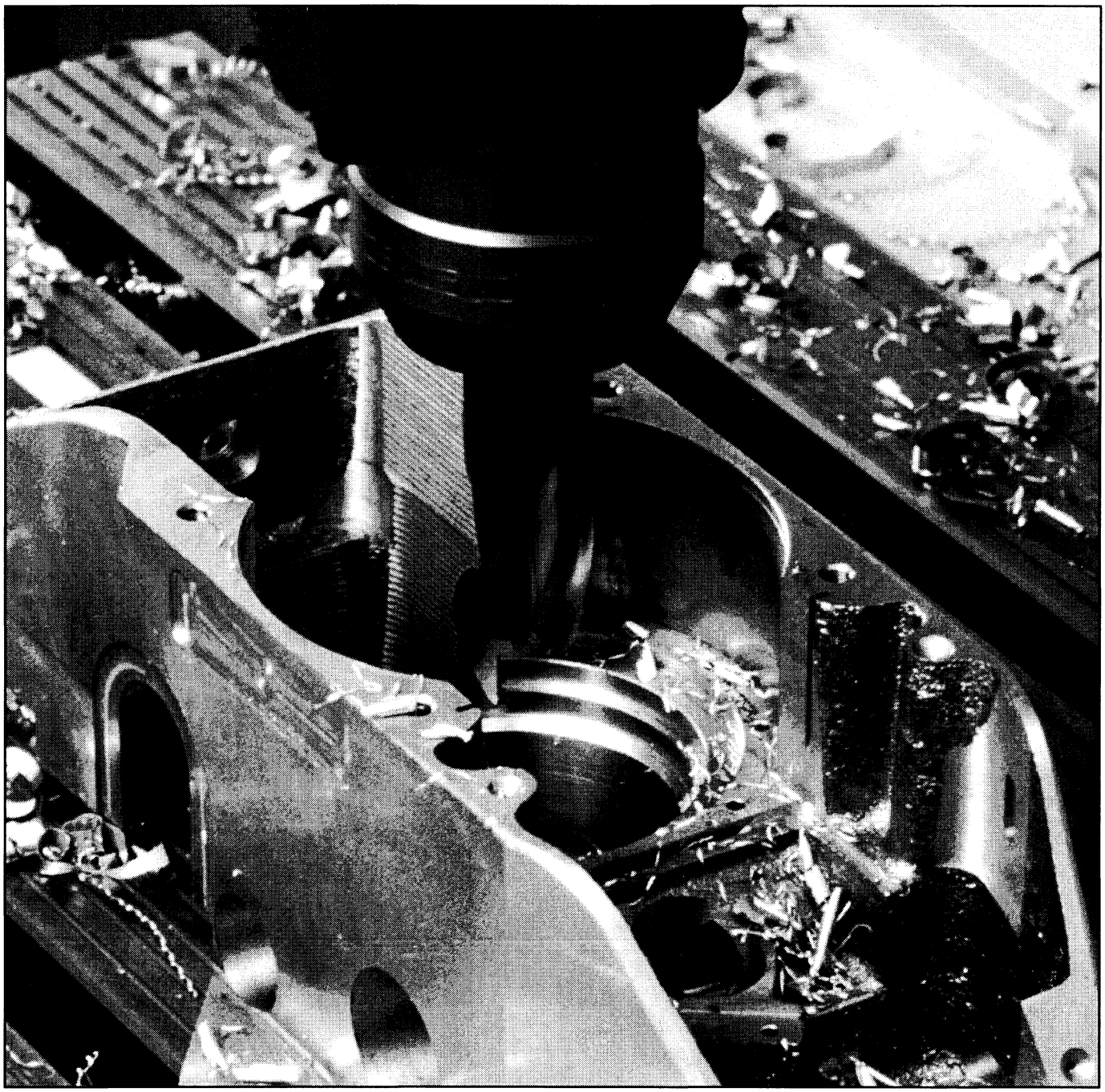


HEIDENHAIN

Programmieranleitung

HEIDENHAIN

Programmieranleitung Fräsen V310-V330

MillPlus

HEIDENHAIN NUMERIC B.V.
Eindhoven (NL)
Tel: 31.40.278 49 82
Fax: 31.40.278 59 34

12/97

Erste Ausgabe Software Version V330/00 971201

© HEIDENHAIN NUMERIC B.V. EINDHOVEN, NIEDERLANDE 1997

Der Herausgeber übernimmt auf Basis der in dieser Anleitung enthaltenen Informationen keinerlei Verbindlichkeiten hinsichtlich Spezifikationen.
Für die Spezifikationen dieser numerischen Steuerung sei ausschließlich auf die Bestelldaten und die entsprechende Spezifikationsbeschreibung verwiesen.

Alle Rechte vorbehalten. Vervielfältigung, ganz oder nur auszugsweise, ist lediglich zulässig mit schriftlicher Zustimmung des Urheberrechtsinhabers.

32324010 DER6-32.8-2006_C01

1. Einführung 1
1.1 Vorwort 1
1.2 Handbücher 1

2. Allgemeine Information zum Programmieren 3
2.1 Teileprogramme 3
2.1.1 Programmwörter 4
2.1.2 Programmsätze 5
2.1.3 Erstellen eines Teileprogramms 6
2.1.4 Nullpunkte 7
2.2 Achsenkonfigurationen an Werkzeugmaschinen 10
2.2.1 Definieren von Koordinaten 12
2.2.2 Kartesische Koordinaten 12
2.2.3 Polarkoordinaten 13
2.2.4 Kombinieren von linearen und winkligen Koordinaten 14

3. Über die vorliegende Anleitung 15
3.1 Philosophie und Ziel dieser Anleitung 15
3.2 Inhalt der einzelnen Abschnitte 15
3.2.1 G-Funktionen. 15
3.2.2 F-Funktion. 15
3.2.3 H-Funktionen. 15
3.2.4 M-Funktionen. 15
3.2.5 S-Funktion. 15
3.2.6 T-Funktion. 16
3.2.7 Anhang mit Applikation Notes (Hinweisen zur Anwendung). 16
3.3 Empfohlene Reihenfolge beim Lesen der Abschnitte zu den Programmierfunktionen . . . 16

4. Eilgang G0 19

5. Linearinterpolation G1 23

6. Kreisinterpolation im Uhrzeigersinn/Gegenuhrzeigersinn G2/G3 35

7. Verweilzeit G4 53

8. Spline-Interpolation G6 55

9. Polpunkt (Maßbezugspunkt) definieren G9 (ab V320) 63

10. Ein-/Zwei-Punkt-Geometrie oder Zwei-Zug-Geometrie mit Fase oder Rundung G11 69

11. Wiederholfunktion G14 83

12. Bearbeitungsebene XY, Werkzeug Z G17 87

13. Bearbeitungsebene XZ, Werkzeug Y G18 91

14. Bearbeitungsebene YZ, Werkzeug X G19 95

15. Makro-Aufruf G22 99

16. Hauptprogramm-Aufruf G23 105

17. Vorschuboverride wirksam/nicht wirksam G25/G26 107

18. Positionierfunktionen G27/G28 (bis V320) 109

19. Positionierfunktionen G27/G28 (ab V320) 115
20. Bedingter Sprungbefehl G29 119
21. Aufmaß aktivieren/deaktivieren G39 (ab V320) 123
22. Keine Werkzeugradiuskorrektur G40 127
23. Werkzeugradiuskorrektur (links/rechts) G41/G42 131
24. WZ-Radiuskorrektur bis/über Endpunkt G43/G44 143
25. Messen eines Punktes G45 147
26. Messen von Werkzeugmaßen G45 + M25 153
27. Messen eines Vollkreises G46 155
28. Meßtasterkalibrierung G46 + M26 161
29. Vergleich der Toleranzwerte G49 163
30. Verrechnung der Meßwerte G50 167
31. Löschen/Aktivieren G52-Nullpunktverschiebung G51/G52 (bis V310) 177
32. Löschen/Aktivieren Pallettennullpunktverschiebung G51/G52 (ab V310) 179
33. Löschen/Aktivieren Standard Nullpunktverschiebung G53/G54...G59 (MC84=0) 181
34. Erweiterte Nullpunktverschiebung G54 MC84>0 (ab V320) 185
35. Tangentiales Anfahren G61 189
36. Tangentiales Wegfahren G62 195
37. Aufheben/Aktivieren der Geometrieberechnungen G63/G64 201
38. Auswahl negative/positive Werkzeugrichtung G66/G67 219
39. Maßeinheit: Inch/Metrisch G70/G71 223
40. Spiegeln und Maßfaktor aufheben/aktivieren G72/G73 225
41. Absolutposition G74 233
42. Lochkreiszyklus G77 237
43. Punktedefinition G78 242
44. Zyklusaufruf G79 247
45. Bohrzyklus G81 251
46. Tieflochbohrzyklus G83 255
47. Gewindebohrzyklus G84 261

48. Reibzyklus G85 265

49. Ausdrehzyklus G86 269

50. Rechteck-Taschenfräszyklus G87 273

51. Nutenfräszyklus G88 279

52. Kreis-Taschenfräszyklus G89 285

53. Absolut-/Inkremental-Programmierung G90/G91 291

54. Wortweise Absolut-/Inkremental-Programmierung (ab V320) 295

55. Nullpunktverschiebung inkrementelle oder absolute Rotation G92/G93 297

56. Auswahl Vorschub-Einheit G94/G95 305

57. Grafikfenster-Definition G98 307

58. Grafik: Material-Definition G99 309

59. 3D-Werkzeugkorrektur G141 311

60. Lineare Meßbewegung G145 317

61. Abfragen Meßtasterstatus G148 337

62. Abfragen Werkzeug- oder Nullpunktverschiebungs-Werte G149 339

63. Ändern Werkzeug- oder Nullpunktverschiebungswerte G150 343

64. Zylinderinterpolation aufheben oder Grundkoordinatensystem aktivieren G180 347

65. Zylinderinterpolation aktivieren G182 349

66. Grafikfenster-Definition G195 359

67. Ende Grafik-Konturbeschreibung G196 361

68. Anfang der Innen-/Aussenkonturbeschreibung G197/G198 363

69. Anfang Grafik-Konturbeschreibung G199 371

70. Anfang Taschenzyklus G200 379
    - 70.1 Einführung universeller Taschenzyklus 379
    - 70.2 Programmstruktur 381
    - 70.3 Verschieben, Drehen und Spiegeln einer Tasche 382
    - 70.4 Gleiche Tasche in einem anderen Programm 383
    - 70.5 Betrieb 384
    - 70.6 Fehlermeldungen 386
    - 70.7 Beispiele 388

71. Anfang Taschenkonturzyklus G201 393
    - 71.1 Makros für universelle Taschenzyklus 395
    - 71.2 Makro zur Nachbearbeitung einer Taschenkontur 396
    - 71.3 Ablauf der Makros an der Maschine 399

72. Ende Taschenkonturzyklus G202 405

73. Anfang der Taschenkonturbeschreibung G203 407

74. Ende der Taschenkonturbeschreibung G204 411

75. Anfang der Inselkonturbeschreibung G205 413
    75.1 Beschreibung einer Inselkontur 413

76. Ende der Inselkonturbeschreibung G206 417

77. Beschreibung der Inselkontur in einem Makro G207 419

78. Beschreibung einer Kontur als ein regelmäßiges Viereck G208 421

79. Programmieren von Fehlermeldungen G300 427

80. Fehlermeldung im eingelesenen Programm oder Makro G301 429

81. Abfragen Maschinenkonstantenwerte G322 431

82. Abfragen aktuelle Achspositionswerte G326 433

83. Look Ahead Feed (LAF)-Funktion (ab V320) 435
    83.1 Einführung 435
    83.2 Spezifische Beschreibung 435
    83.3 Allgemeine Theoretische Beschreibung 437

84. F-Funktion 441

85. Hilfsfunktion H 445

86. Programm Halt M0 447

87. Wahlweiser Programm Halt M1 449

88. Spindel EIN, Rechtslauf/Linkslauf M3/M4 451

89. Spindel Halt M5 453

90. Automatischer Werkzeugwechsel M6 455

91. Kühlmittel Nr. 2 / Nr. 1 einschalten M7/M8 457

92. Kühlmittel Nr. 1 einschalten M8 459

93. Kühlmittel ausschalten M9 461

94. Kühlmittel Nr. 1 einschalten und Spindel im Rechtslauf/Linkslauf M13/M14 463

95. Orientierten Spindel-Halt ausführen M19 465

96. Werkzeugmaße Messen M25 467

97. Meßtaster kalibrieren M26 469

98. Ein-/Ausschalten des Meßtasters M27/M28 471

99. Teileprogrammende M30 473

100. Auswahl Spindeldrehzahlbereich M41/M42/M43/M44 475

101. Manuellen Werkzeugwechsel ausführen M66 477

102. Werkzeugkorrekturwerte ändern M67 479

103. S-Funktion 481

104. T-Funktion 483

105. E-Parameter 487

106. Geometrieberechnungen bei kontinuierlichen Bewegungen G64 497

107. Grafische Unterstützung 581
107.1 Synchrongrafik 581
107.2 Grafische Simulation 581
107.3 Grafische Programmierunterstützung 583

108. Werkzeugspeicher 585

109. Maschinenkonstanten 589

110. Externe Auswahl eines Teileprogrammes 593

111. Änderungen in V330 gegenüber früheren Versionen 595

112. Anwendungsbeispiele 597
112.1 Reibzyklus mit separatem Austrittsvorschub 597
112.2 Aufbohrzyklus ohne Rückzugsritz 600
112.3 Hinterbohrzyklus 604
112.4 Linear Muster 608
112.5 Kreismuster 612
112.6 Rastermuster 617
112.7 Versetztes Rastermuster 622
112.8 Schlichten einer kreisförmigen Tasche oder Insel 626
112.9 Fräsen einer kreisförmigen Nut 633
112.10 Rhombisches Muster 637
112.11 Schruppen einer kreisförmigen Tasche 641
112.12 Kreisförmige Tasche mit kugelförmigem Boden 648

113. Index 655

1. Einführung

1.1 Vorwort

Sehr geehrter Kunde,

Die vorliegende Anleitung soll Sie beim Programmieren der Steuerung unterstützen.

Ohne die **erforderliche Ausbildung** - innerbetrieblich, durch Berufsfortbildungs-Institute oder in einem der Schulungszentren - darf niemand auch nur kurzfristig an der Maschine arbeiten.

Beachten Sie die Hinweise zum bestimmungsgemäßen Gebrauch.

Über Maschinenkonstanten erfolgt die Anpassung der Steuerung an die Maschine. Dem Anwender ist ein Teil dieser Konstanten zugänglich. **Vorsicht!**
Für Änderungen der Konstanten müssen deren Bedeutung sowie Funktionen gut verstanden werden. Ansonsten wenden Sie sich bitte an unseren Kundendienst.

Der Anwender sollte seine Programme und spezifischen Daten (z.B. Technologiedaten, Maschinenkonstanten usw.) immer auf seinen PC oder auf Diskette auslesen. Somit kann verhindert werden, daß bei defekter System oder defekter Stützbatterie Daten unwiderruflich verlorengehen.

Änderungen in der Konstruktion, in der Ausstattung und im Zubehör bleiben im Interesse der Weiterentwicklung vorbehalten. Aus den Angaben, Abbildungen und Beschreibungen können deshalb keine Ansprüche hergeleitet werden. Irrtümer vorbehalten.

1.2 Handbücher

Es ist unmöglich die Inbetriebnahme, Anpassung, Bedienung und Programmierung des CNC-Systems hinreichend in einem Handbuch zu beschreiben. Mehrere Handbücher sind unumgänglich. Dieser Abschnitt gibt eine Übersicht über die einzelnen CNC-Anleitungen.

- -Steuerungshandbuch
- -CDS Manual (CNC Data Station Manual)
- -Installation Manuals
- -Interfacing
  - -MIPS (Machine Interface Programming System.)
  - -Basic IPLC Program

2. Allgemeine Information zum Programmieren

2.1 Teileprogramme

Ein Teileprogramm ist die vollständige Sammlung von Daten und Anweisungen, die für die Herstellung eines Werkstückes auf einer numerisch gesteuerten Werkzeugmaschine erforderlich sind.

Die Anweisungen können unterschiedliche Operationen beinhalten, z.B. Fräsen, Bohren, Gewindebohren usw. Jede Einzeloperation gilt als eine Einheit und läßt sich in Teilanweisungen zerlegen. Ein Programmsatz stellt eine vollständige Operation dar, die Wörter in einem Programmsatz definieren die Teilanweisungen.

Die richtige Bearbeitungsfolge sowie sämtliche Einzelanweisungen müssen im Teileprogramm festgelegt sein. Beispiele von Einzelanweisungen sind Werkzeugbewegungen, Maschinenfunktionen und Technologiedaten.

Ein Teileprogramm kann erst ausgeführt werden nachdem es im CNC-Systemspeicher abgelegt ist. Ein Teileprogramm kann in mehrfacher Weise erzeugt und abgespeichert werden:

1. Durch interaktive Konturprogrammierung (ICP) für komplexe Konturen
2. Durch interaktive Teileprogrammierung (IPP) für Frästeile ohne Kenntnisse von DIN-Programmierung
3. Durch manuelle Programmeingabe über das Bedienfeld
4. Durch Einlesen eines mit Hilfe eines Datenendgerätes erzeugten Datenträgers (z.B. Loch streifen, Magnetbandkassette, Diskette) in den CNC-Speicher.

2.1.1 Programmwörter

Die CNC Pilot-Steuerung verwendet das Standard-CNC-Wort-Adreß-System. Ein nach diesem System definiertes Wort besteht aus zwei Teilen:

1. der Adresse, d.h. einer Einzeladresse (einem Buchstaben) oder einer indexierten Adresse. Eine indexierte Adresse besteht aus einem Buchstaben gefolgt von einem Index und dem Zeichen =, z.B. E1= .

2. einer mehrstelligen Zahl.

Führende Nullen können bei allen Wörtern entfallen. Ist aber der Wert eines Wortes gleich Null, so muß mindestens eine Null geschrieben werden.

Wörter die Weginformationen darstellen können ein Vorzeichen (+ oder -) aufweisen. Wenn kein Vorzeichen programmiert ist, so wird ein positiver Wert angenommen. Negative Werte müssen immer ein Minuszeichen aufweisen. Wegbefehle können mit Dezimalpunkt geschrieben werden. Nachfolgende Nullen können somit entfallen. Wenn kein Dezimalkomma programmiert ist, so nimmt die CNC an, daß dieser jeweils hinter der letzten Stelle der Zahl steht.

MODALE WÖRTER

Ein modales Wort bleibt nach seiner Ausführung wirksam, bis es überschrieben oder rückgesetzt wird.

NICHT MODALE WÖRTER

Ein nicht modales Wort ist nur wirksam im Satz in dem es enthalten ist. Bei Bedarf muß es erneut programmiert werden.

Beispiel eines Einzelwortes und eines indexierten Wortes

Einzelwort : X-21.43
"X" ist die Adresse, "-" das Vorzeichen und "21.43" die Dezimalzahl.

Indexiertes Wort : X1=-21.43 .
"X1=" ist die Adresse, "-" das Vorzeichen und "21.43" die Dezimalzahl.

2.1.2 Programmsätze

Ein Programmsatz kann aus mehreren Wörtern bestehen, die als eine Einheit betrachtet werden und alle Informationen enthalten, die für die Ausführung einer vollständigen Operation erforderlich sind. Diese Operation kann eine Werkzeugbewegung sein oder eine Maschinenfunktion oder aber eine Kombination von beiden.

Das CNC Pilot System verwendet ein variables Satzformat, d.h. die Satzlänge kann für jeden Satz verschieden sein, infolge von Unterschieden in der Anzahl oder der Länge der Wörter. Ein Programmsatz kann bis zu 255 Zeichen enthalten.

Das erste Wort in einem Programmsatz ist immer das N-Wort. Die Reihenfolge der weiteren Wörter ist frei wählbar. Die empfohlene Reihenfolge für häufig verwendete Wörter geht aus dem Beispiel hervor.

Jedes Wort darf nur einmal in einem bestimmten Satz vorkommen. Wörter wie E1= und E2= haben unterschiedliche Adressen und dürfen somit im gleichen Satz vorkommen.

Die einzelnen Sätze auf einem Datenträger werden mit dem Zeichen für Zeilenvorschub [LF] voneinander getrennt.

Beispiel eines Programmsatzes

N20 G1 X14 Z62.5 F300 S200 T12 M3

N20: Satznummer

G1: Wegbedingung

X14 und 262,5: Weginformation

Technologie- und Maschinendaten wie Spindeldrehzahl (S), Vorschub (F), Werkzeugauswahl (T) und Spindeldrehrichtung (M3/M4) können ebenfalls im Satz enthalten sein.

DIE SATZNUMMER N

Das erste Wort in einem Programmsatz ist die Satznummer. Sie kennzeichnet den Satz. Jeder Satz hat seine eigene Nummer. Die Satznummern liegen im Bereich NO bis N9999999.

Es ist allgemein üblich, eine bestimmte Satznummer nur einmal im selben Programm zu verwenden. Die automatische Satznummerprüfung wird über eine Maschinenkonstante oder im BTR-Betrieb ausgeschaltet. Ausschalten über Maschinenkonstante wird angewendet bei größeren Programmen, die nicht im BTR-Betrieb ausgeführt werden.

Die Reihenfolge der Satznummern im Programm ist frei wählbar. Die Ausführung der Sätze erfolgt in der programmierten Reihenfolge. Beispiel:

Programmierte Reihenfolge: N10, N50, N30
Ausführung in der Reihenfolge : N10, N50, N30

Mit der Funktion "Neu numerieren" lassen sich die Satznummern automatisch in aufsteigender Reihenfolge - beginnend mit N1 - neu durchnumerieren.

Bei der Eingabe von Programmsätzen über das Bedienfeld werden die Satznummern automatisch vom CNC-System erzeugt.

2.1.3 Erstellen eines Teileprogramms

PROGRAMMKENNUNG

Jedes Teileprogramm oder Unterprogramm muß mit einer Kennummer (einer Zahl zwischen 1 bis 9999999) anfangen.

Die Zahlen 1, 125, 9001, 12345, 876543, 3451592, zum Beispiel, sind gültige Kennummern.

Zum Ändern der Kennummern ist die Funktion **"Umbenennen"** vorgesehen.

Der Name eines Teileprogramms kann zwischen den Zeichen für Anmerkungsbeginn "(" und Anmerkungsende ")" geschrieben werden, unmittelbar nach der Kennummer. Die Namen werden bei der Darstellung des Dateiverzeichnisses am CNC-Bildschirm aufgelistet.

Beispiel einer Teileprogrammkennung mit Namen

N9001 (Platte NR. A334)

Für frühere CNC-Systeme (Kompatibilität) ist nachfolgende Teileprogrammkennung möglich (für Programmen %PM... und Makros %MM...)

%PM9001
N9001 (Platte NR. A334)

Diese Programme werden automatisch vom CNC-System erkannt und korrekt abgespeichert. Die Datenübertragung von der CNC nach draußen wird gesteuert über Maschinenkonstanten (MC795, MC799)

TEILEPROGRAMMAUFBAU

Zum Erstellen eines Teileprogramms benötigt der Programmierer folgende Informationen:

1. die Lage der Werkstückaufspannung und das Spannmittel
2. der Bearbeitungsablauf
3. die für die Bearbeitung erforderlichen Werkzeuge
4. die zutreffenden Technologiedaten pro Werkzeug
5. die Werkstückmaße und die erforderlichen Bewegungen

Eine Beschreibung der Punkte 1 bis 4 würde den Rahmen dieser Anleitung sprengen.

Die Verfahrbewegungen an der Maschine sind eine Kombination von Werkzeug- und Werkstückbewegungen. Um die Programmierung zu vereinfachen wird angenommen, daß sämtliche Bewegungen durch das Werkzeug ausgeführt werden. Der tatsächliche Bewegungsablauf ist von der Konfiguration von Werkzeugmaschine und Steuerung abhängig.

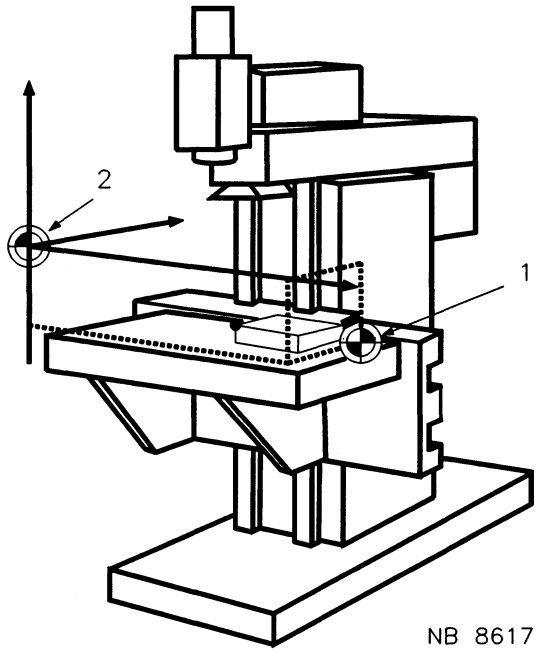
Auf dem Werkstück wird ein imaginäres Koordinatensystem gelegt, dessen Nullpunkt als Bezugspunkt der programmierten Bewegungen dient. Die Lage dieses Punktes wird durch den Programmierer so ausgewählt, daß sich ein Minimum an Programmierberechnungen ergibt. Für die Richtung der Koordinatenachsen siehe "Achsenkonfigurationen an Werkzeugmaschinen".

PROGRAMMSPEICHERUNG

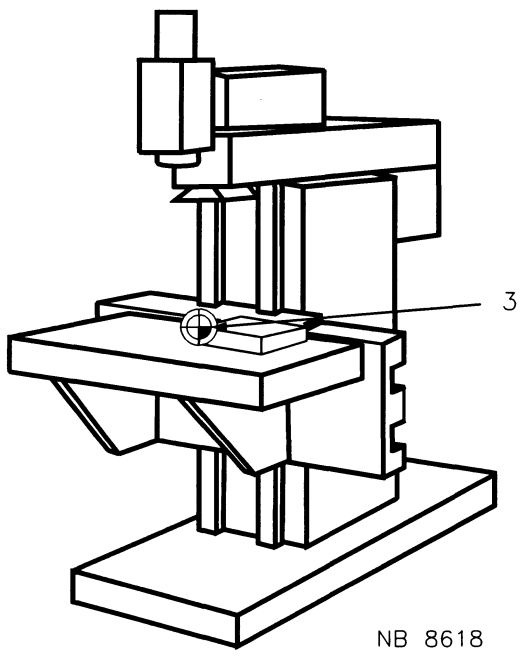
Der Anwenderspeicher kann mehrere Teileprogramme oder Unterprogramme (Makros) speichern. Die tatsächliche Zahl der gespeicherten Programme und Makros hängt von der Größe der einzelnen Programme bzw. Makros ab, sowie vom verfügbaren Speicherraum. Die maximale Programmzahl wird über eine Maschinenkonstante mit 16 bis 1000 festgelegt.

Die gespeicherten Programme lassen sich mit der Funktion "Verriegelung" gegen unberechtigtes Editieren an der Steuerung schützen.

2.1.4 Nullpunkte



NB 8617

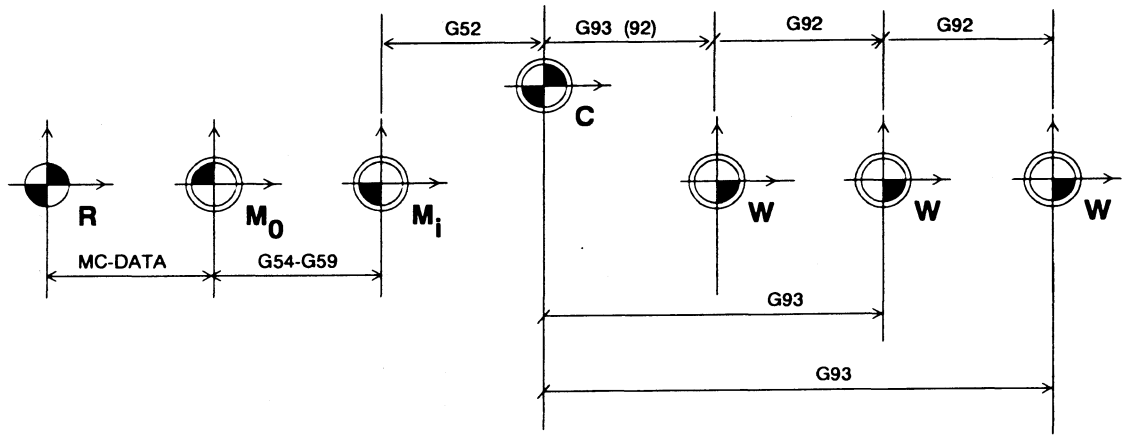


NB 8618

1 = Maschinenreferenzpunkt
2 = Maschinennullpunkt
3 = Programmnullpunkt

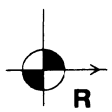
Nach dem Einschalten wird zuerst eine Referenzpunktsuche vorgenommen. Damit wird der Maschinennullpunkt festgelegt, da die Verschiebungsdaten vom Maschinennullpunkt (M0) zum maschinenfesten Referenzpunkt (R) über Maschinenkonstanten abgespeichert sind.

Der Teileprogrammierer legt einen auf dem Werkstück bezogenen Programmnullpunkt (W) fest, von dem aus die Werkstückmaße gemessen werden. Dieser Programmnullpunkt muß sich ebenfalls auf den Maschinennullpunkt beziehen, der mit den Funktionen G52 und/oder G54...G59 festgelegt werden kann.



1. Maschinenfester Referenzpunkt (R)

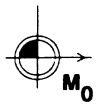
Jede Bewegungsachse einer Werkzeugmaschine hat einen festen Punkt, der als Referenzpunkt bezeichnet wird. Die Referenzpunkte aller Achsen zusammen bilden den maschinenfesten Referenzpunkt (R)



Während der Referenzpunktsuche (siehe Bedienungsanleitung (Steuerungshandbuch)) fährt das Werkzeug den Referenzpunkt der jeweiligen Achse(n) an. Wenn dieser Punkt erreicht ist, wird die Achse automatisch von der CNC genullt und es werden die Positionen der Software-Endschalter festgelegt.

2. Maschinennullpunkt (M,)

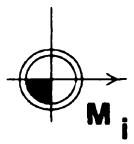
Der Maschinennullpunkt ist ebenfalls ein fester Punkt auf der Maschine.



Bei der Inbetriebnahme des CNC-Systems werden die Entfernungen in den Achsen vom maschinenfesten Referenzpunkt (R) zum Maschinennullpunkt (Mo) gemessen und in den Maschinenkonstantenspeicher abgelegt. Jede Achse hat dazu seine eigene Maschinenkonstante.

Nachdem der maschinenfeste Referenzpunkt über das Verfahren Referenzpunktsuche festgelegt ist, werden die betreffenden, im Maschinenkonstantenspeicher abgelegten Maßangaben von der CNC ausgelesen. Der Maschinennullpunkt (Mo) wird als Ursprung des Koordinatensystems festgehalten. Die angezeigten Positionen beziehen sich auf diesen Nullpunkt.

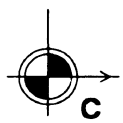
3. Sekundärer Maschinennullpunkt (Mi)



Hat die Werkzeugmaschine mehrere Aufspannstationen (z.B. Pallettenstationen), so hat jede Aufspannstation ihren eigenen festen Nullpunkt. Diese festen Nullpunkte werden als sekundäre Maschinennullpunkte (Mi) bezeichnet.

Die Entfernungen in den Achsen vom Maschinennullpunkt (Mo) zu den sekundären Maschinennullpunkten (Mi) werden in den Nullpunktverschiebungsspeicher abgelegt. Die Funktionen G53...G59 oder G54 I[0..99] (ab V320) erlauben die Speicherung von bis zu sechs sekundären Nullpunkten.

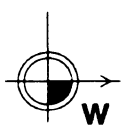
4. Aufspannungsnullpunkt (C)



Wenn ein sekundärer Nullpunkt (Mi) festgelegt ist, muß der Nullpunkt des Spannmittels bestimmt werden. Der Aufspannungsnullpunkt kann mit dem aktiven Nullpunkt Mi zusammenfallen oder aber mit der G52-Funktion "Istwert setzen" festgelegt werden.

Bei einem externen Programmaufruf mit Verschiebungsdaten wird der Nullpunkt C automatisch von der Steuerung festgelegt.

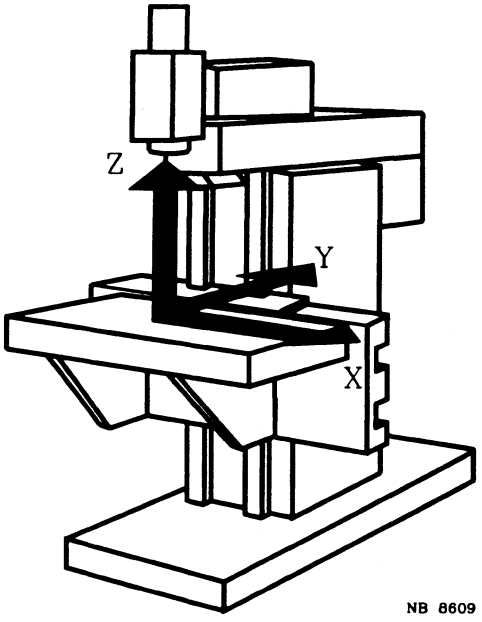
5. Programmnullpunkt (W)



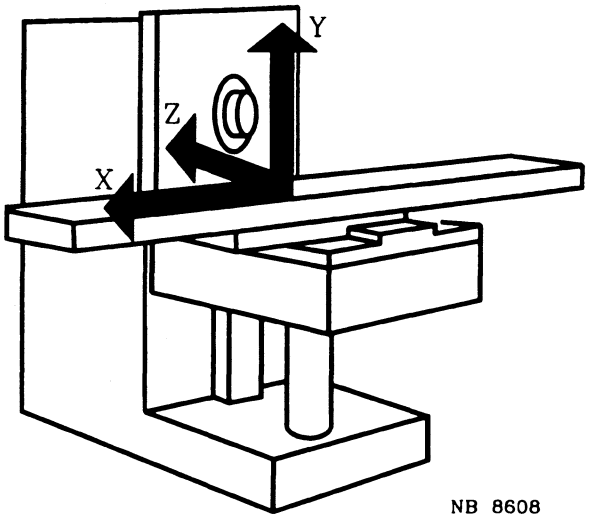
Der Programmnullpunkt W ist der Nullpunkt von dem aus die Achsenkoordinaten im Teileprogramm gemessen werden. Die Lage von Punkt W kann durch den Programmierer frei gewählt werden. Es empfiehlt sich die Lage so zu wählen, daß zusätzliche Berechnungen zur Werkstückprogrammierung auf ein Minimum beschränkt bleiben.

Die Beziehungen zwischen den Programmnullpunkten und dem Maschinennullpunkt werden mit G52, G54...G59, G54 I[0..99], G92/G93 festgelegt.

2.2 Achsenkonfigurationen an Werkzeugmaschinen

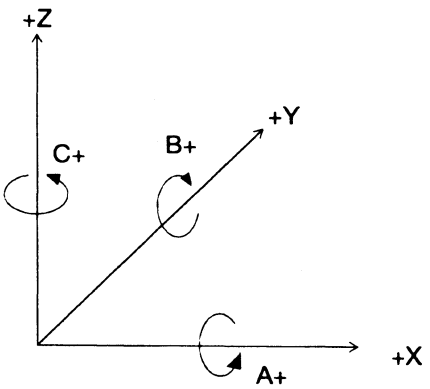


Vertikal-Fräsmaschine

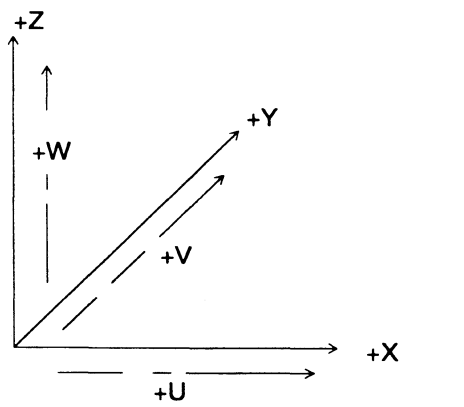


Horizontal-Fräsmaschine

Eine Fräsmaschine hat drei lineare Hauptachsen (X,Y,Z) die einander senkrecht zugeordnet sind. Die Orientierung dieser Achsen wird von der Z-Achse bestimmt, die immer parallel zur Hauptspindel der Werkzeugmaschine verläuft. Die X-Achse hat den längsten Verfahrweg senkrecht zur Z- Achse. Jeder Hauptachse kann eine Drehachse und eine lineare Hilfsachse zugeordnet sein. Sie sind im folgenden dargestellt.



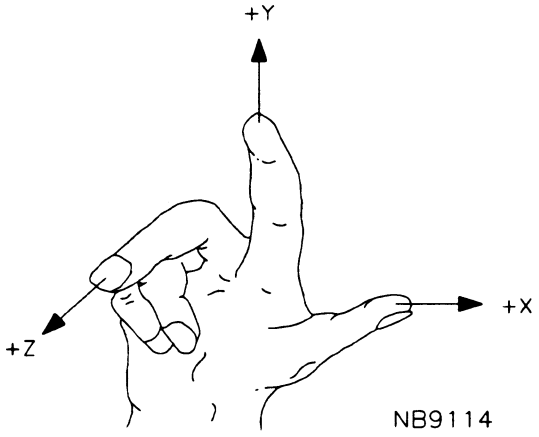
Drehachsen



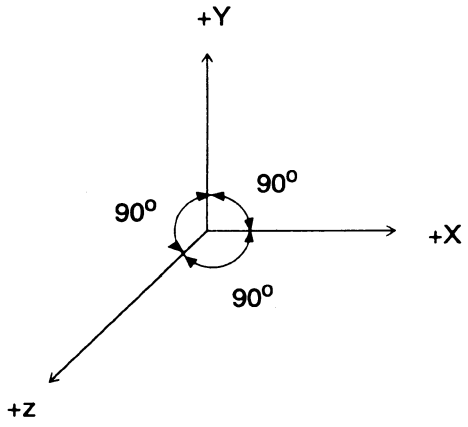
Lineare Hilfsachsen

Orientierung der Hauptachsen für eine Vertikal-Fräsmaschine

Die Lage der CNC-Werkzeugmaschinenachsen wird von den Normen ISO 841, DIN 66217 und EIA RS-267-A festgelegt. Zur Angabe der Orientierung sämtlicher CNC-Werkzeugmaschinenachsen wird von diesen Normen definierte Rechte-Hand-Regel verwendet.



NB9114

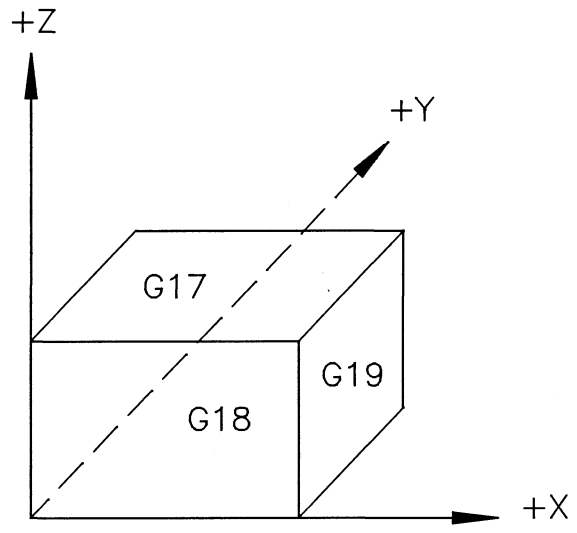


NB8570

Der Daumen stellt die X-Achse dar, der Zeigefinger die Y-Achse und der Mittelfinger die Z-Achse. Die Richtung in der die Finger zeigen stellt die positive Richtung der entsprechenden Achse dar.

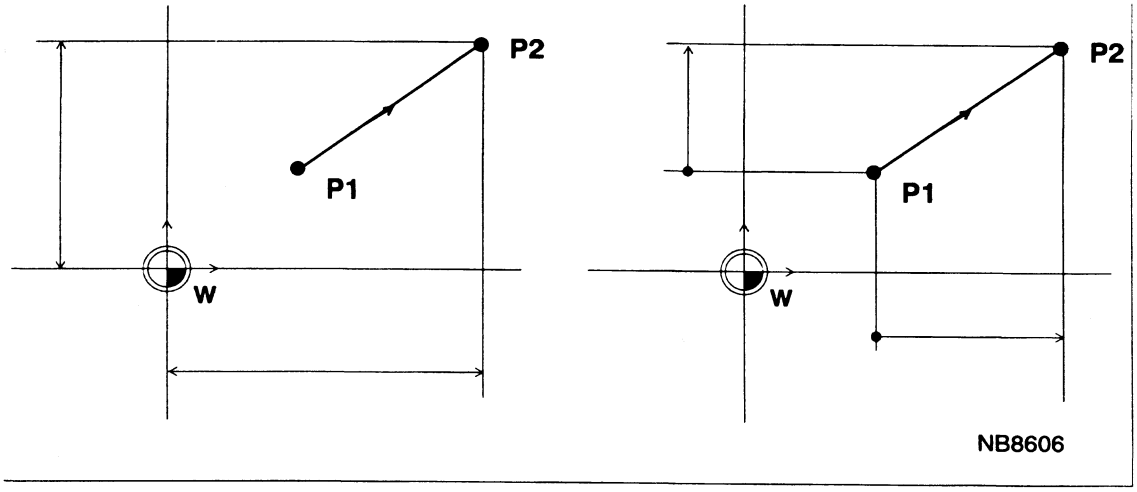
2.2.1 Definieren von Koordinaten

Die Verfahrwege entlang den Achsen definieren die Koordinaten von Punkten im Raum (3-D). Die Achsenkoordinaten liegen in einer von drei Ebenen (XY-Ebene, XZ-Ebene, YZ-Ebene).



NB8571

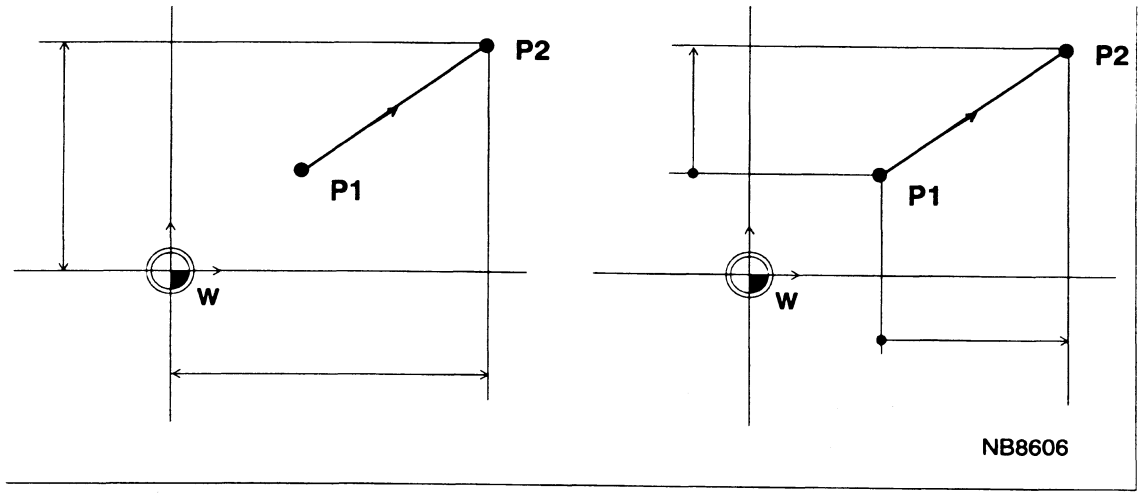
2.2.2 Kartesische Koordinaten



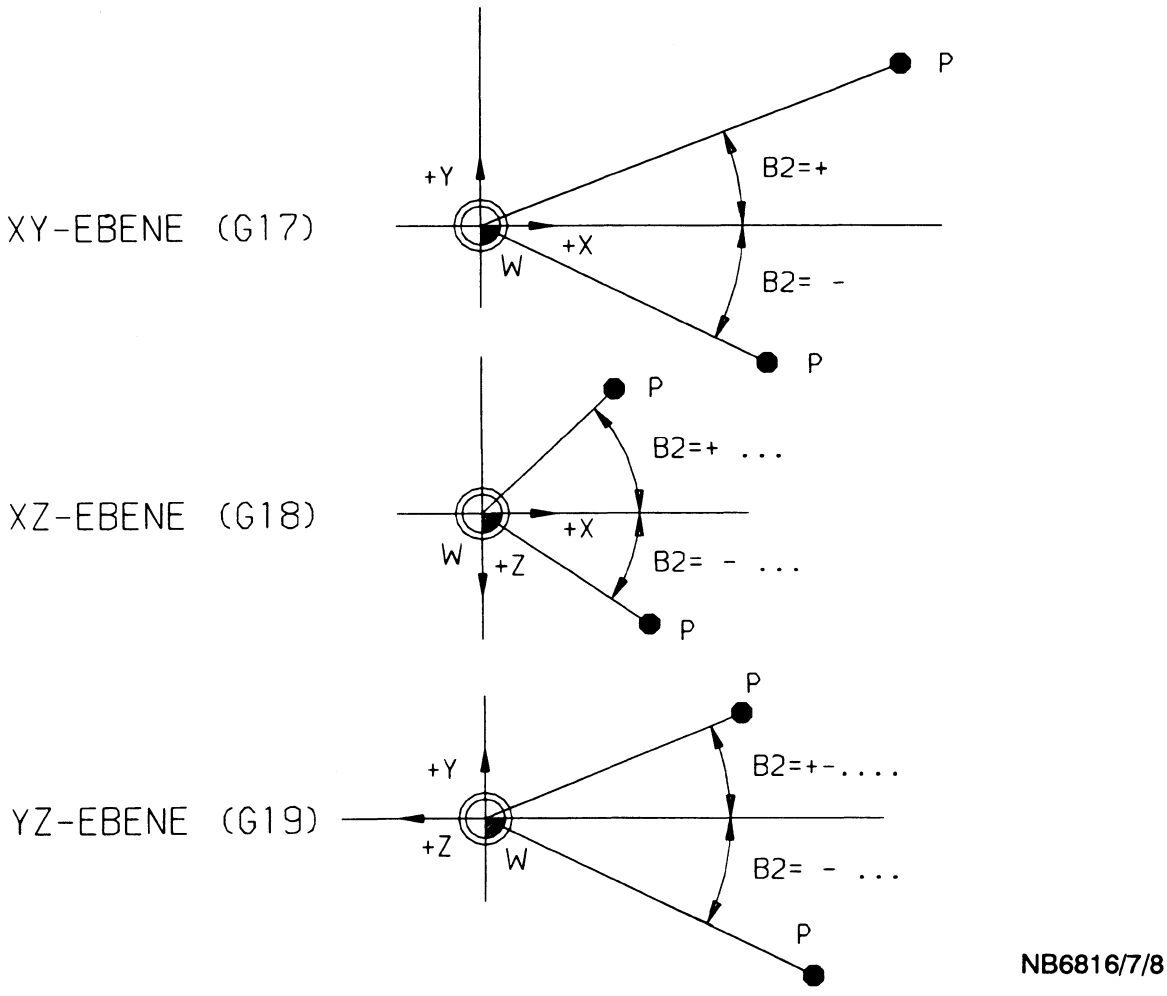
Absolute (G90) Koordinaten

Inkrementale (G91) Koordinaten

2.2.3 Polarkoordinaten

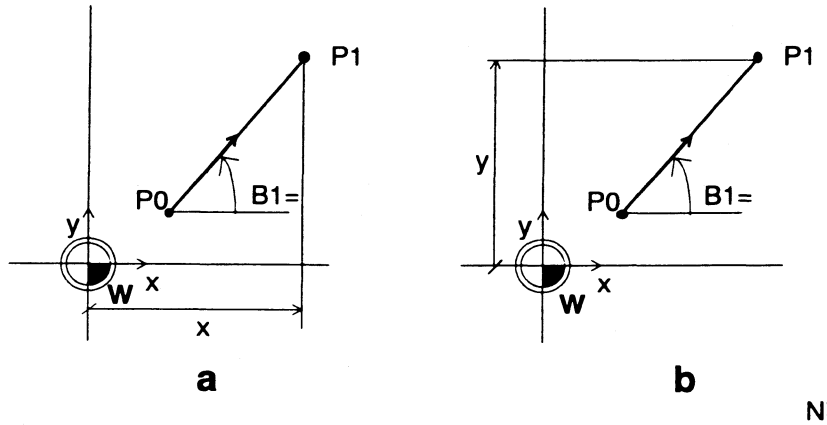


Absolute (G90) Koordinaten *Inkrementale (G91) Koordinaten*



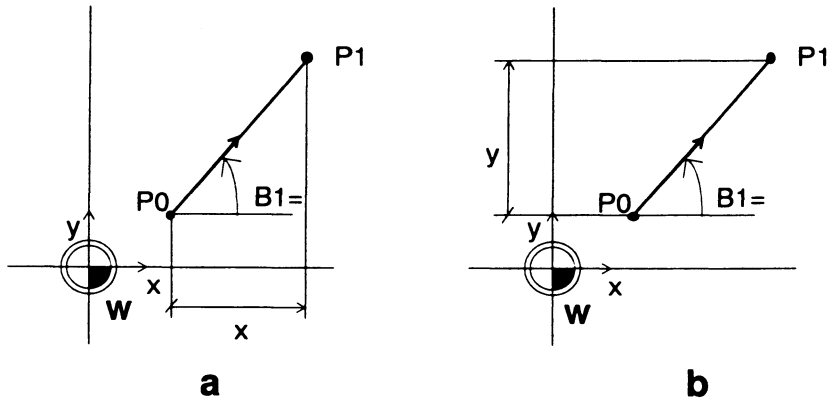
2.2.4 Kombinieren von linearen und winkligen Koordinaten

Eine Linearachsenkoordinate und eine winklige Koordinate bestimmen gemeinsam die Lage eines Punktes.



NB7958

Absolute (G90) Koordinate



NB6829

Inkrementale (G91) koordinaten

3. Über die vorliegende Anleitung

3.1 Philosophie und Ziel dieser Anleitung

Diese Anleitung bietet einen Zugriff auf umfassende Informationen über die Programme zum CNC Pilot-System.

Der Kern der in dieser Anleitung enthaltenen Referenzdaten findet sich in den Abschnitten über die G, F, H, M, S und T-Funktionen. Zusätzliche Informationen wie mathematische Operationen und Formeln sind in den Anhängen aufgeführt. Die Anwendung dieser Funktionen wird im folgenden erläutert.

3.2 Inhalt der einzelnen Abschnitte

3.2.1 G-Funktionen.

Diese Funktionen dienen zur Vorbereitung der CNC-Werkzeugmaschine auf die Programmieranweisungen. Sie werden als Wegbedingungen bezeichnet. Die Einteilung der einzelnen Abschnitte zu den G-Funktionen sieht folgendermaßen aus:

Zweck
Der Grund weshalb die Funktion verwendet wird.

Format
Das Format des Programmsatzes der die Funktion enthält. Die unter dieser Überschrift verwendeten Konventionen werden im Abschnitt >>Einführung<< dieser Anleitung beschrieben.

Zugehörige Funktionen
Die Funktionen welche zur gleichen Funktionsgruppe gehören; sie können die Funktion löschen.

Parameter
Die Programmwörter welche den Wirkungsbereich der Funktion definieren, oder die Wörter welche programmiert werden können wenn die Funktion wirksam ist.

Hinweise und Verwendung
Einzelheiten über die Verwendung der Funktion und unter welchen Umständen.

Beispiele
Beispiele praktischer Anwendungen der Funktionen.

3.2.2 F-Funktion.

Diese Funktion spezifiziert die Vorschub möglichkeiten.

3.2.3 H-Funktionen.

Diesen Funktionen werden vom Werkzeugmaschinenhersteller (nicht vom CNC-Hersteller) bestimmte Aufgaben zugeordnet. Angaben über die Anwendung dieser Hilfsfunktionen sind der betreffenden Dokumentation des Werkzeugmaschinenherstellers zu entnehmen.

3.2.4 M-Funktionen.

Diese Funktionen wirken direkt auf den Maschinenbetrieb, z.B. Kühlmittelzufuhr ein/aus.

3.2.5 S-Funktion.

Diese Funktion spezifiziert die Spindeldrehzahl in Umdr/min.

3.2.6 T-Funktion.

Diese Funktion spezifiziert die Nummer mit der ein Werkzeug gewählt und dessen Abmessungen im CNC-Werkzeugspeicher abgelegt werden.

3.2.7 Anhang mit Applikation Notes (Hinweisen zur Anwendung).

Dieser Anhang enthält Erläuterungen zur Anwendung der E-Parameter, sowie zusätzliche arithmetische Operationen die in Form einer separaten CNC-Software-Option erhältlich sind. Auch sind Abschnitte vorgesehen mit mathematischen Formeln welche bei bestimmten Funktionen wie G141 verwendet werden bzw. mit ausführlichen Erläuterungen zur Funktionsanwendung (z.B. für die G64 Funktion).

Sämtliche Abschnitte in diesem Anhang haben die gleiche Einteilung (sofern zutreffend) wie bei den G-Funktionen.

3.3 Empfohlene Reihenfolge beim Lesen der Abschnitte zu den Programmierfunktionen

Grundlegendes zur CNC-Programmierung

Betriebsarten der Koordinatenmessung

G90/G91 - Auswahl Absolutmaß/inkrementalmaß-Eingabe
G70/G71 - Auswahl Zoll/Metrisch-Programmierung

Grund-Werkzeugbewegungen
G0 - Eilgang
G1 - Linearen Werkzeugbewegungen eine Vorschubgeschwindigkeit zuordnen
- Werkzeugbewegungen eine Vorschubgeschwindigkeit zuordnen (linear mit rotatorisch)
- Werkzeugbewegungen eine Vorschubgeschwindigkeit zuordnen (3D-interpolation)

G2/G3 - Kreisförmige Vorschubbewegung im Uhrzeigersinn/ Gegenuhrzeigersinn ausführen
G78 - Punktposition definieren

Radiuskorrektur
G41/G42 - Werkzeugradiuskorrektur (LINKS/RECHTS)
G43/G44 - Werkzeugradiuskorrektur ((BIS/ÜBER Endpunkt)
G40 - Radiuskorrektur löschen

Hauptebenen
G17 - Auswahl XY-Ebene (Werkzeug in Z-Achse)
G18 - Auswahl XZ-Ebene (Werkzeug in Y-Achse)
G19 - Auswahl YZ-Ebene (Werkzeug in X-Achse)

Positionier- und Vorschubfunktionen

G27/G28	- Löschen/Auswahl eines anderen Positioniersteuerungsmodus
G25/G26	- Vorschubkorrektur ein/ausschalten
G94/G95	- Maßeinheit der Vorschubgeschwindigkeit wechseln
G4	- Verweilzeit einfügen

Werkzeug- und Spindeldrehzahl-Funktionen

S	- Spindeldrehzahl
T	- Werkzeugnummer

Nullpunktverschiebungen

G51/G52	- Löschen/Aktivieren des Achsen-Rücksetzen-Nullpunktes
G53/G54-G59	- Löschen/Aktivieren der gespeicherten Nullpunktverschiebungen
G54 I[0..99]	- Aktivieren der gespeicherten Nullpunktverschiebungen
G92/G93	- Absolute/inkrementale Nullpunktverschiebung

Grafische Simulationen

G195	- Grafikfenster definieren
G196	- Grafische Definition beenden
G197	- Grafische Innenkontur definieren
G198	- Grafische Aussenkontur definieren
G199	- Rohteil- oder Maschinenteilkontur definieren

Maschinenfunktionen

M3/M4	- Auswahl Spindeldrehung im Uhrzeigersinn/Gegenuhrzeigersinn
M5	- Spindeldrehung stoppen
M19	- Orientierter Spindel-Halt ausführen
M7	- Kühlmittelzufuhr Nr. 2 einschalten
M8	- Kühlmittelzufuhr Nr. 1 einschalten
M9	- Kühlmittelzufuhr ausschalten
M13	- Kühlmittelzufuhr Nr. 1 einschalten und Spindeldrehung im Uhrzeigersinn starten
M14	- Kühlmittelzufuhr Nr. 1 einschalten und Spindeldrehung im Gegenuhrzeigersinn starten
M6	- Automatischen Werkzeugwechsel vornehmen
M66	- Manuellen Werkzeugwechsel vornehmen
M67	- Werkzeugkorrekturwerte ändern
M0	- Programmausführung stoppen
M30	- Programmende

Geometriefunktionen

G11	- Fase oder Rundung einfügen
G63/G64	- Löschen/Aktivieren Geometrieberechnungen
G72/G73	- Löschen/Ausführen Vergrößern/Verkleinern oder Spiegeln

Definierte Festzyklen

G79	- Festzyklus an einem Punkt ausführen
G77	- Festzyklus auf einem Kreis ausführen
G81	- Bohrzyklus definieren
G83	- Tieflochbohrzyklus definieren
G84	- Gewindebohrzyklus definieren
G85	- Reibzyklus definieren
G86	- Ausdrehzyklus definieren
G87	- Rechtecktaschenfräszyklus definieren
G88	- Nutenfräszyklus definieren
G89	- Kreistaschenfräszyklus definieren

Übertragung der Programmsteuerung

G14	- Sprung und Wiederholvorgang ausführen
G29	- Bedingten Sprung ausführen
G22	- Unterprogramm (Makro) ausführen
G23	- Weiteres Teileprogramm ausführen

E-Parameter und optionelle arithmetische Operationen

(Siehe Anhang zu Programmierfunktionen)

Spezielle Funktionen

G141	-3D-Werkzeug korrektur aktivieren
G180/G182	- Löschen/Auswahl Zylinderinterpolation
G6	- Spline-Kurven berechnen

Meßzyklen

G45	- Messen eines Punktes
G45 + M25	- Messen von Werkzeugmaße
G46	- Messen eines Vollkreises
G46 + M26	- Meßtasterkalibrierung
G49	- Meßtoleranzen prüfen
G50	- Verarbeiten der Meßergebnisse
G145	- Ausführen der Grundmessung
G148	- Abfragen des Meßtasterstatus
G149	- Abrufen der Werkzeugdaten und Verschiebungen
G150	- Ändern der Werkzeugdaten und Verschiebungen

Hilfsfunktionen

H	- Hilfsfunktion

4. Eilgang G0

Zweck

Verfahrbewegungen im Eilgang ausführen. Der Eilgang wird je Achse über eine Maschinenkonstante eingestellt. G0 wird vorwiegend zum Positionieren eines Werkzeuges vor und nach einem Arbeitsgangs eingesetzt.

Format

N... G0 [Achsenkoordinaten]

Parameter

Endpunktkoordinaten

X,Y,Z	Endpunktkoordinate
A,B,C	Endwinkel
P	Punktedefinitions-Nummer (P1-P4)
P1=	Punktedefinitions-Nummer
B1=	Winkel
L1=	Streckenlänge
B2=	Polarwinkel
L2=	Polarlänge
A40=	Radius A-Achse
B40=	Radius B-Achse
C40=	Radius Rund-Achse
D	Winkel orientierter Spindelstop

Wortweise Absolut-/Inkremental-Programmierung

X90=,Y90=,Z90=	Absolut Endpunkt
A90=,B90=,C90=	Absolut Endwinkel
X91=,Y91=,Z91=	Inkremental Endpunkt
A91=,B91=,C91=	Inkremental Endwinkel

Modale Wörter
F, S, T, M, H, E..=
F1=, T1=, T2=

Art der Funktion

modal

Zugehörige Funktionen

G1, G2/G3, G6, G74
Wortweise Absolut-/Inkremental-Programmierung (X90=.., X91=..)

Hinweise und Verwendung

EINSCHALTSTELLUNG

Die Funktion G0 ist am Anfang eines Programms oder nach Softkey CNC rücksetzen oder Softkey Programm abbrechen automatisch wirksam.

LÖSCHEN

Die Funktion G0 wird durch G1, G2, G3, G6 gelöscht.

HALT NACH EINER EILGANGBEWEGUNG

Die Sollposition wird erreicht bevor die nächste Bewegung beginnt, d.h. nach einer Eilgangbewegung wird ein Halt eingelegt.

KEIN HALT NACH EINER EILGANGBEWEGUNG

Nötigenfalls können Eilgangbewegungen ohne Halt ausgeführt werden.
G28 und Parameter I4= erlauben die Auswahl zwischen Ausführung der Eilgangbewegungen mit Halt (Einschaltstellung) und ohne Halt zwischen den Bewegungen.
Für Einzelheiten siehe die Beschreibung der Funktion G28.

VERFAHRBEWEGUNGEN IN DER HAUPTEBENE

Die Eilgangbewegungen in der Hauptebene, d.h. der durch G17, G18 oder G19 definierten Ebene, werden unter voller Kontrolle des Linearinterpolators ausgeführt. Folglich wird eine Gerade gefahren.

POLARKOORDINATEN ODER EINE KOORDINATE UND EIN WINKEL

Die Positionen in der Hauptebene können auch mit Polarkoordinaten oder mit einer Koordinate und einem Winkel programmiert werden.

POSITIONIERLOGIK

Die Positionierlogik ist ein fester Bewegungsablauf, der durch die wirksame Hauptebene und die Bewegungen in der Werkzeugachse bestimmt wird.

Falls sich das Werkzeug zum Werkstück hinbewegt:

	G17 XY-EBENE	G18 XZ-EBENE	G19 YZ-EBENE
1. Bewegung	4. Achse	4. Achse	4. Achse
2. Bewegung	X und Y	X und Z	Y und Z
3. Bewegung	Z-Achse	Y-Achse	X-Achse

Falls sich das Werkzeug vom Werkstück wegbewegt:

	G17 XY-EBENE	G18 XZ-EBENE	G19 YZ-EBENE
1. Bewegung	Z-Achse	Y-Achse	X-Achse
2. Bewegung	X und Y	X und Z	Y und Z
3. Bewegung	4. Achse	4. Achse	4. Achse

5. UND 6. ACHSE

Sind diese Achsen programmiert worden, so werden die Verfahrbewegungen in diesen Achsen gleichzeitig mit den Bewegungen in der 4. Achse ausgeführt.

WERKZEUG IN DER POSITIVEN RICHTUNG DER WERKZEUGACHSE(G66/G67)

Bei G67 weist das Werkzeug in der positiven Richtung der Werkzeugachse. Es bedeutet, daß eine Verfahrbewegung zum Werkstück hin in der positiven Richtung erfolgt. Die Positionierlogik wird entsprechend angepaßt.

POSITIONIERLOGIK ABSCHALTEN

Manchmal wird die Positionierlogik nicht benötigt, z.B. wenn das Werkzeug auf eine Werkzeugwechselposition gefahren wird.

Nach Abschalten der Positionierlogik wird in allen Achsen gleichzeitig verfahren. Zum Abschalten der Positionierlogik werden die Funktion G28 und das Wort I5=1 eingesetzt. Für Einzelheiten siehe die Beschreibung der Funktion G28.

PARALLELACHSEN

Anstelle der Hauptachsen X, Y und Z können die parallel zu ihnen verlaufenden Linearachsen U, V und W (falls an der Werkzeugmaschine vorhanden) verwendet werden. Bei diesen Achsen können nur kartesische Koordinaten eingesetzt werden.

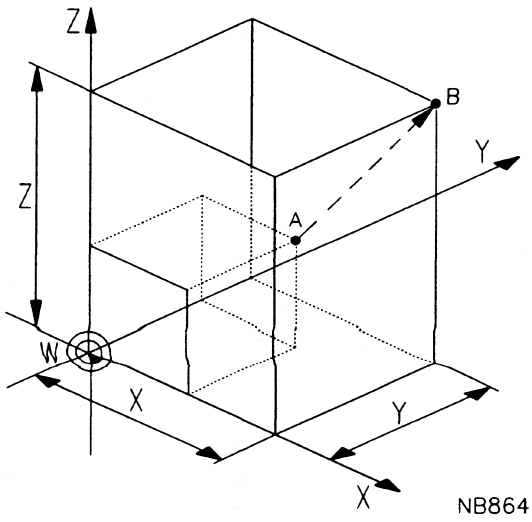
ORIENTIERTER SPINDEL-HALT (D.. M19)

Bei orientiertem Spindel-Halt muß das D-Wort für den Offset-Winkel zusammen mit der Funktion M19 programmiert werden. Für Einzelheiten siehe die Beschreibung der Funktion M19.

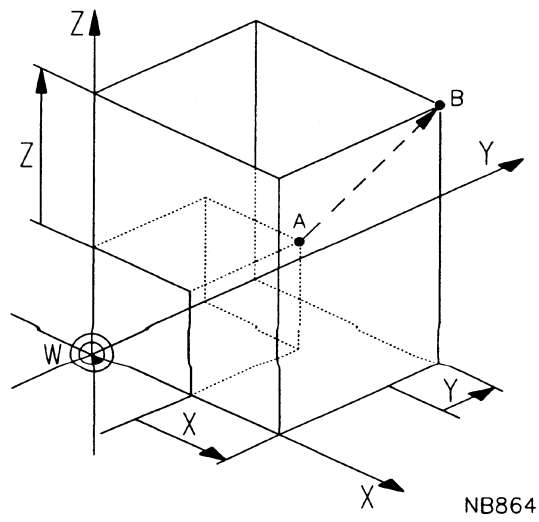
AUSGANGSPOSITION

Am Anfang eines Programmes sollte in einem Programmsatz für Verfahrbewegungen jede aktive Achse programmiert werden. Dadurch ist gewährleistet, daß sich nach Programmstart auch wirklich jede Achse in der Ausgangsposition befindet.

Beispiel



NB8644



NB8645

Die Eilgangbewegung von Punkt A zu Punkt B kann folgendermaßen programmiert werden:

N... G0 X25 Y15 Z30

Die tatsächlichen Verfahrbewegungen sind:
- eine gleichzeitige Verfahrbewegung in den Hauptebene (X und Y);
- eine Verfahrbewegung in der Werkzeugachse (Z).

5. Linearinterpolation G1

Zweck

Anweisung, daß alle linearen Verfahrbewegungen mit der angegebenen Vorschubgeschwindigkeit auszuführen sind.

Format

Bewegungen in der Hauptebene
N... G1 {X..} {Y..} {Z..} {F..}

3D-Interpolation
N... G1 X.. Y.. Z.. {F..}

Eine Drehachse
N... G1 {A..} {B..} {C..} {A40=..} {B40=..} {C40=..} {F...}

Bewegungen in mehreren Achsen
N... G1 {X..} {Y..} {Z..} {A..} {B..} {C..} {A40=..} {B40=..} {C40=..} {F..}

Parameter

Endpunktkoordinaten

X,Y,Z	Endpunktkoordinate
A,B,C	Endwinkel
B1=	Winkel
L1=	Streckenlänge
B2=	Polarwinkel
L2=	Polarlänge
P	Punktedefinitionsnummer (P1-P4)
P1=	Punktedefinitionsnummer
A40=	Radius A-Achse
B40=	Radius B-Achse
C40=	Radius der Rundachse
D	Winkel orientierter Spindelstop

Wortweise Absolut-/Inkremental-Programmierung.

X90=,Y90=,Z90=	Endpunkt absolut
A90=,B90=,C90=	Endwinkel absolut
X91=,Y91=,Z91=	Endpunkt inkremental
A91=,B91=,C91=	Endwinkel inkremental

Modale Wörter
F, S, T, M, H, E..=
F1=, T1=, T2=

Art der Funktion

modal

Zugehörige Funktionen

G0, G2/G3, G6
F-Funktionen
Wortweise Absolut-/Inkremental-Programmierung (X90=.., X91=..)

Hinweise und Verwendung

VERFAHRBEWEGUNGEN IN DEN ACHSEN

Die Verfahrbewegungen in den Achsen werden immer interpoliert, so daß sie in allen programmierten Achsen gleichzeitig ausgeführt werden.

POLARKOORDINATEN BZW. EINE KOORDINATE UND WINKEL

Die Positionen in der Hauptebene können auch mit Polarkoordinaten bzw. einer Koordinate und einem Winkel programmiert werden.

DEFINIERTE PUNKTE (G78)

Ein G1-Satz kann bis zu vier vordefinierte Punkte (P-Wörter) enthalten. Die Reihenfolge in der die Punkte programmiert sind bestimmt der Werkzeugbewegungsablauf.
Beispiel:
G1 P5 P2 F100
Das Werkzeug fährt mit einer Geschwindigkeit von 100 mm/min auf P5 und danach auf P2.

VORSCHUB IN DER HAUPTEBENE

Der programmierte Vorschub ist der Vorschub auf der Geraden.

RADIUSKORREKTUR IN DER HAUPTEBENE (G40...G44)

Konturen die durch geradlinige und kreisförmige Bewegungen definiert sind können mit Radiuskorrektur bearbeitet werden.
Für Einzelheiten siehe die Beschreibung der Funktionen G40, G41/G42 und G43/G44.

3D-INTERPOLATION

Werden die drei Achsen X, Y und Z in einem Satz programmiert, so veranlaßt die CNC eine geradlinige Bewegung im Raum, vom Anfangspunkt bis zum Punkt der durch die drei Endpunktkoordinaten definiert ist.

Positionen in der Hauptebene können in der normalen Weise programmiert werden.

Für die Programmierung von Achsen außerhalb der Hauptebene sind kartesische Koordinaten zu verwenden.

VORSCHUB BEI 3D-INTERPOLATION

Der programmierte Vorschub ist der Vorschub auf der Geraden.

3D-WERKZEUGKORREKTUR

3D-Werkzeugkorrektur bei normalisierten Vektoren ist vorgesehen.
Für Einzelheiten siehe die Beschreibung der Funktion G141.

PROGRAMMIERUNG VON DREHACHSEN

DREHACHSENRADIUS FÜR VORSCHUBBERECHNUNGEN

Für Vorschubberechnungen kann der Radius jeder in Frage kommenden Drehachse mit A40= (für die A-Achse), B40= (für die B-Achse) und C40= (für die C-Achse) programmiert werden.

LÖSCHEN DREHACHSENRADIUS

Der programmierte Drehachsenradius wirkt modal und bleibt wirksam bis er durch
- A40=0, B40=0 bzw. C40=0,
- Anwahl eines anderen Koordinatensystems,
- M30 oder Softkey CNC rücksetzen oder Softkey Programm abbrechen

gelöscht wird.

PROGRAMMIERTER VORSCHUB

Wird A40=, B40= oder C40= ein Radiuswert zugeordnet, so wird der Oberflächenvorschub in mm/min bzw. Zoll/min programmiert.

DREHACHSENRADIUS NICHT PROGRAMMIERT

Wenn keine Radien programmiert sind, so ist der programmierte Vorschub gleich dem Vorschub auf der Bahn der Linearachsen. Die CNC errechnet daraus den Vorschub für jede Drehachse. Damit wird sichergestellt, daß in allen Achsen gleiche Entfernungen in gleichen Zeitabständen zurückgelegt werden.

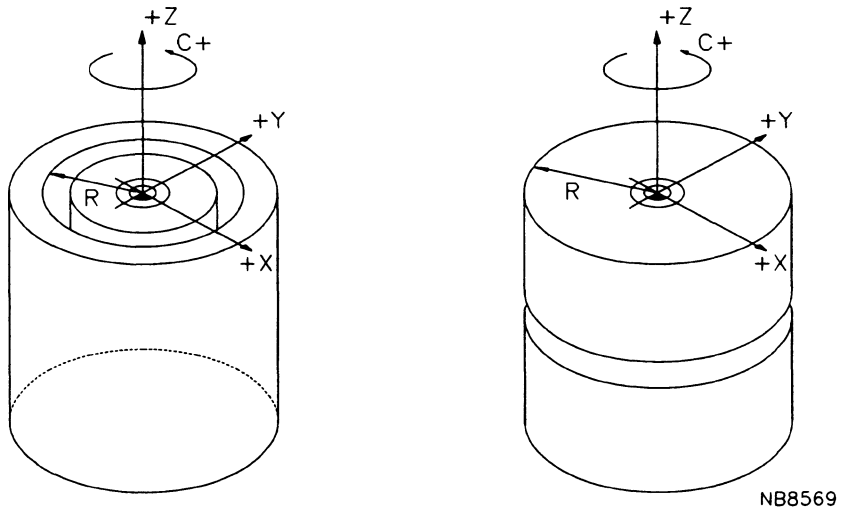
MAXIMALVORSCHUB JE ACHSE

Wird der maximale Vorschub in einer Achse (MC-Einstellung) überschritten, so wird der aktuelle Vorschub derart herabgesetzt, daß die Verfahrbewegung mit dem maximalen Vorschub ausgeführt wird.

EINE DREHACHSE

Hinweis: Im nachfolgenden Beispiel werden die Z- und C-Achse herangezogen. Die gleichen Grundregeln gelten für die Kombinationen Y-/B-Achse und X-/A-Achse

Bei Betrieb mit nur einer Drehachse sind zwei Arbeitsgänge möglich.



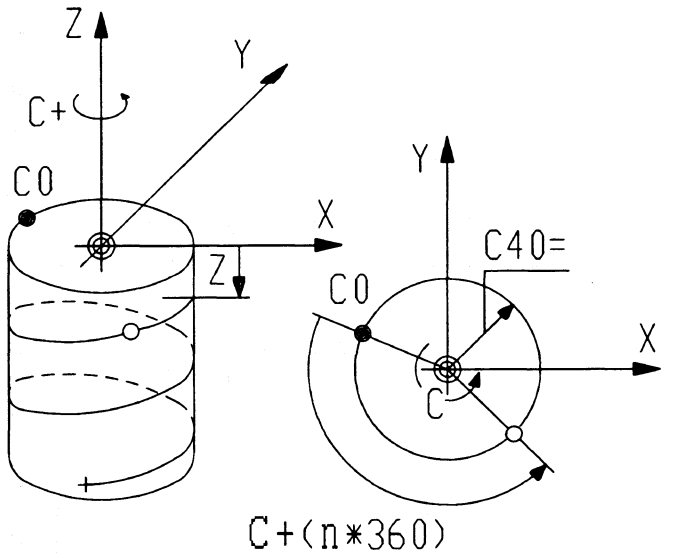
1. Einstich in der Planebene 2. Einstich in der Zylinderfläche

VORSCHUB BEI DREHACHSE

Ist der Drehachsenradius programmiert, so ist der Vorschub gleich dem Oberflächenvorschub in mm/min bzw. Zoll/min.

Ist der Drehachsenradius nicht programmiert oder ist A40=, B40= oder C40= programmiert, so wird der Vorschub in Grad/min ausgedrückt.

EINE DREHACHSE UND EINE LINEARACHSE

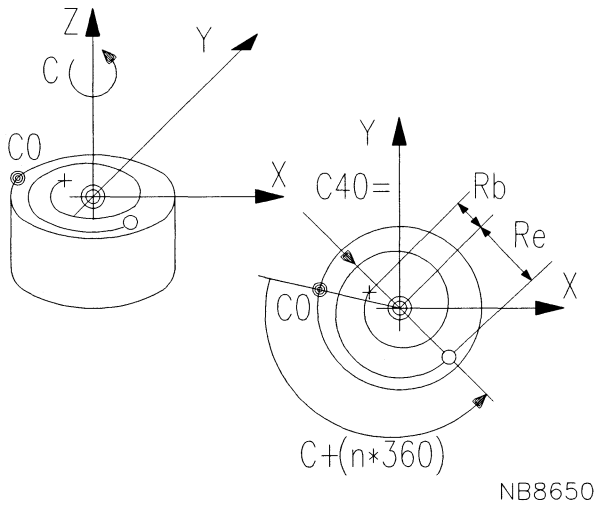


Spirale auf der Oberfläche eines Zylinders

ZYLINDERINTERPOLATION

Die Funktion G182 erlaubt eine einfache Programmierung von Konturen oder Positionen auf der gebogenen Oberfläche eines Zylinders.
Für Einzelheiten siehe die Beschreibung der Funktionen G180/G182.

SPIRALE AUF DER PLANEBENE



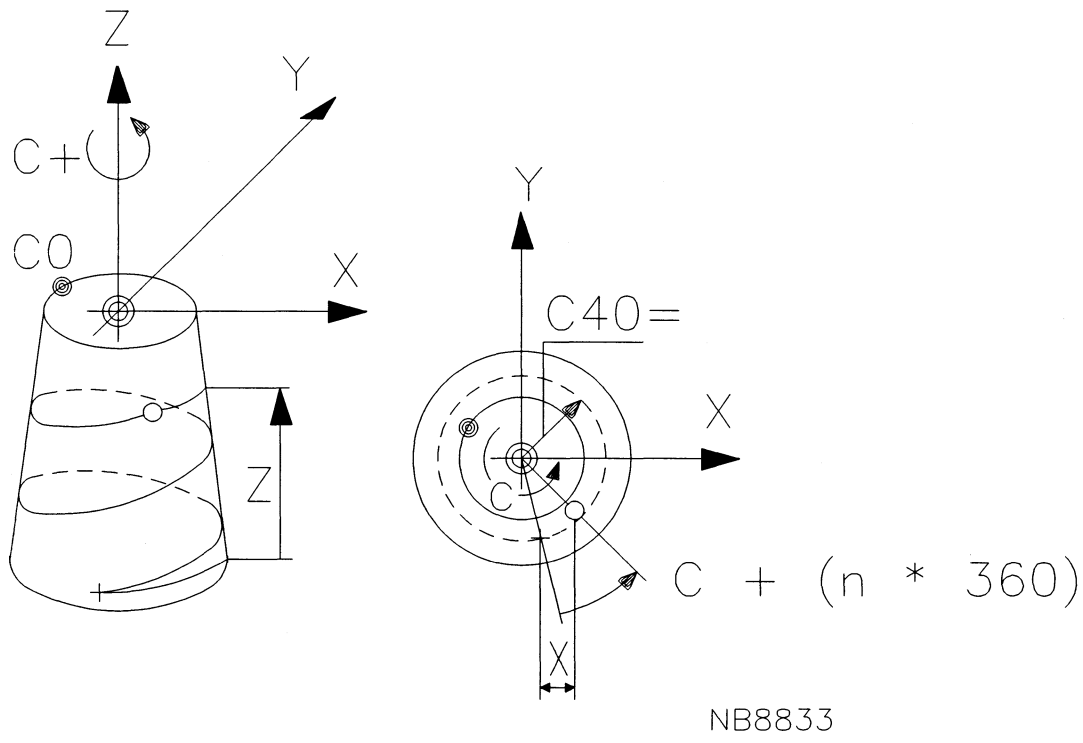
MITTLERER RADIUS DER SPIRALE

Der für die Vorschubberechnungen zu programmierende Radius ist der mittlere Bahnradius. Mit Hilfe dieses Radiusses errechnet die CNC den erforderlichen Vorschub für die Herstellung der Spirale.
Der mittlere Radius (z.B. C40=) errechnet sich zu:

C40=(Rb+Re)/2

worin Rb der Anfangsradius und Re der Endradius ist.

EINE DREHACHSE UND ZWEI LINEARACHSEN

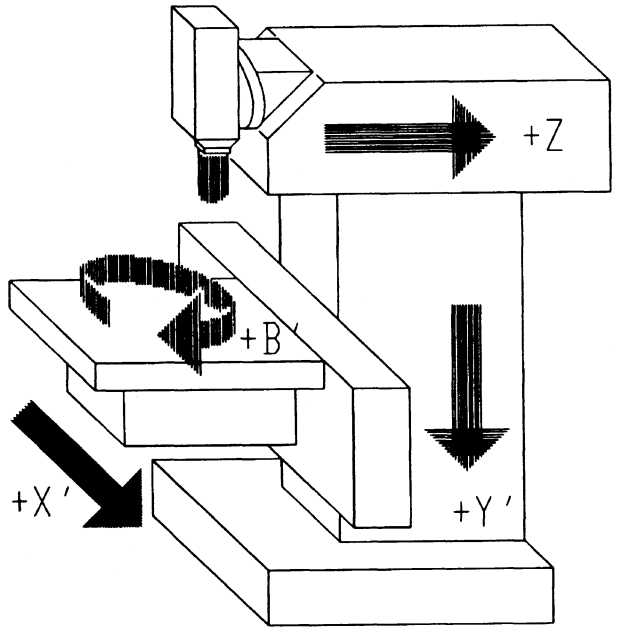


Für Vorschubberechnungen muß der mittlere Radius (C40=) verwendet werden. Dieser Radius errechnet sich zu:

C40= (Radius am Startpunkt + Radius am Endpunkt) / 2

Für die Bewegung auf dem Kegel werden die drei Achsen (X.. Z.. C..) in einem Satz programmiert.

MEHRACHSEN-PROGRAMMIERUNG



Werkzeugmaschine mit Drehtisch und Schwenkkopf

In einem G1-Satz ist jede beliebige Kombination aus den drei Linearachsen X, Y, Z und den drei Drehachsen A, B, C (falls vorhanden) erlaubt.

Positionen in der Hauptebene können in der normalen Weise programmiert werden.

Für die Programmierung von Achsen außerhalb der Hauptebene müssen kartesische Koordinaten verwenden werden.

ALLGEMEINE HINWEISE ZU G1

PARALLELACHSEN

Anstelle der Achsen X, Y und Z können die parallel zu diesen Hauptachsen verlaufenden Linearachsen U, V und W (falls vorhanden) eingesetzt werden, wobei allerdings nur kartesische Koordinaten benutzt werden können.

LÖSCHEN

Die Funktion G1 wird durch G1, G2/G3, G6, Programmende (M30), Softkey Programm abbrechen oder durch Softkey CNC rücksetzen gelöscht.

ANFANG DER NÄCHSTEN BEWEGUNG

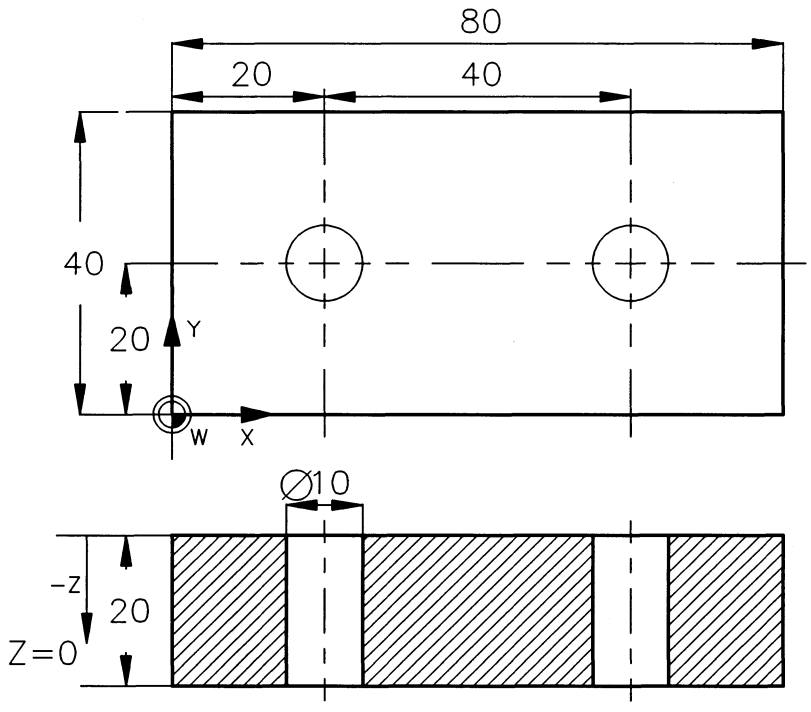
Im allgemeinen werden Vorschubbewegungen ohne Halt zwischen den Bewegungen ausgeführt, mit der Folge, daß die Ecken gerundet werden.
G28 und Parameter I3= erlauben die Auswahl zwischen Ausführung der nächsten Bewegung nach einem Werkzeug-Halt oder Ausführung ohne Halt zwischen den Bewegungen.
Für Einzelheiten siehe die Beschreibung der Funktion G28.

ORIENTIERTER SPINDEL-HALT (D.. M19)

Das D-Wort für den Versatzwinkel bei orientiertem Spindel-Halt muß zusammen mit der Funktion M19 programmiert werden.
Für Einzelheiten siehe die Beschreibung der Funktion M19.

Beispiele

BEISPIEL 1. Bohren



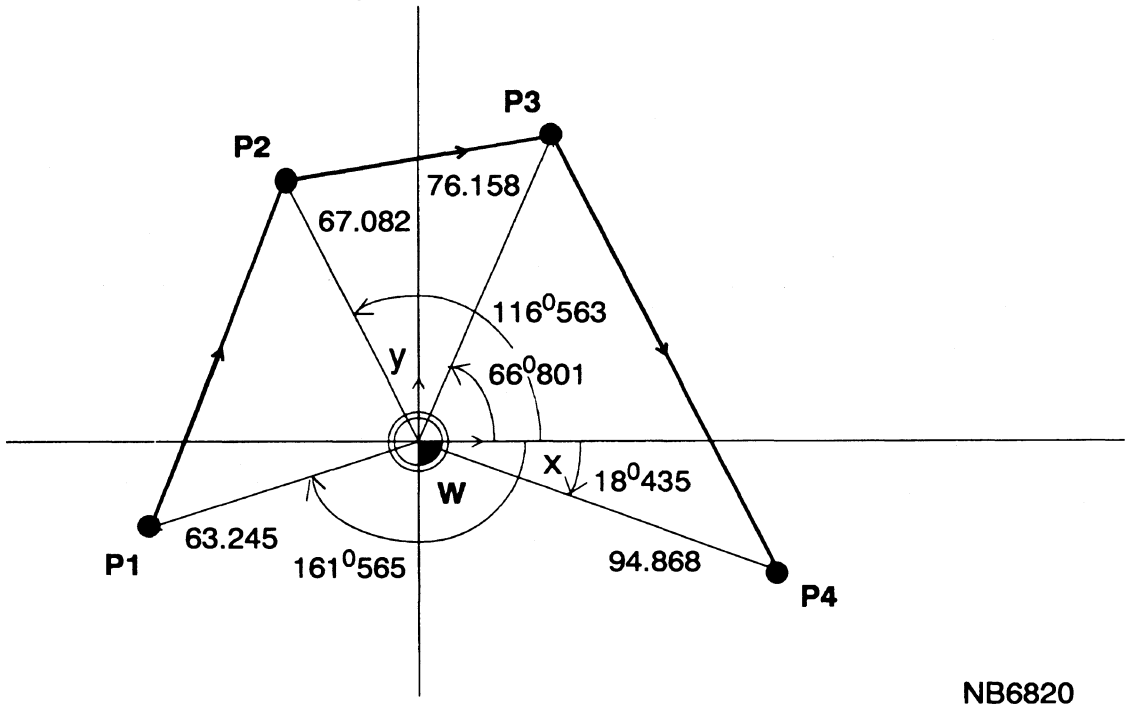
NB8589

```
N9001
N1 G17
N2 G54 T1 M6 S1000
N3 X20 Y20 Z1 F150 M3
N4 G1 Z-23.5
N5 G0 X60 Z1
N6 G1 Z-23.5
N7 G0 Z200 M30
```

Erläuterung:

N1 : XY-Ebene auswählen (G17)
N2 : Nullpunktverschiebung(G54). Werkzeug T1 einwechseln und Korrekturen berücksichtigen (Bohrerdurchmesser 10 mm)
N3 : Werkzeug in Eilgang (G0) auf die programmierte Position fahren. Vorschub 150 mm/min. Spindel einschalten. Drehrichtung im Uhrzeigersinn (M3). Drehzahl 1000 U/min.
N4 : Werkzeug auf programmierte Tiefe zustellen
N5 : Werkzeug auf Z1 zurückziehen und danach im Eilgang auf X60 fahren. Die Positionierlogik der CNC verhindert eine Kollision mit dem Werkstück, da das Werkzeug zunächst entlang der Z-Achse verfährt und erst danach entlang der X-Achse.
N6 : Werkzeug auf programmierte Tiefe zustellen
N7 : Werkzeug auf Z200 zurückziehen
Programmende

BEISPIEL 2. Verfahrbewegungen in der Hauptebene



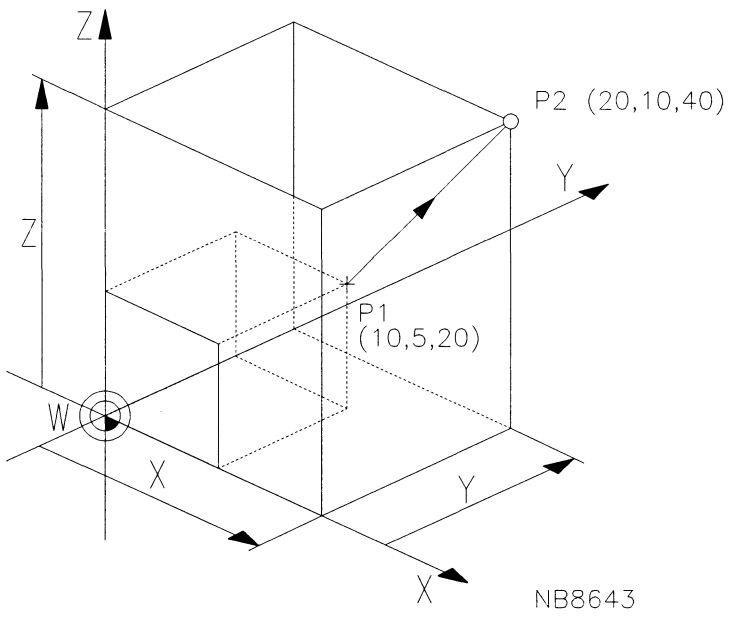
Unter Anwendung von absoluten Polarkoordinaten lassen sich die obigen Verfahrbewegungen wie folgt programmieren:

```
:
N10 G0 B2=-161.565 L2=63.245 F100      (P1)
N11 G1 B2=116.565  L2=67.082           (P2)
N12 B2=66.801  L2=76.158               (P3)
N13 B2=-18.435 L2=94.868               (P4)
:
```

Erläuterung:

N10	:	Werkzeug im Eilgang (G0) auf Punkt P1 fahren
N11-N13	:	Werkzeug mit Vorschub (100 mm/min) auf die Punkte P2, P3 und P4 fahren

BEISPIEL 3. D-Interpolation

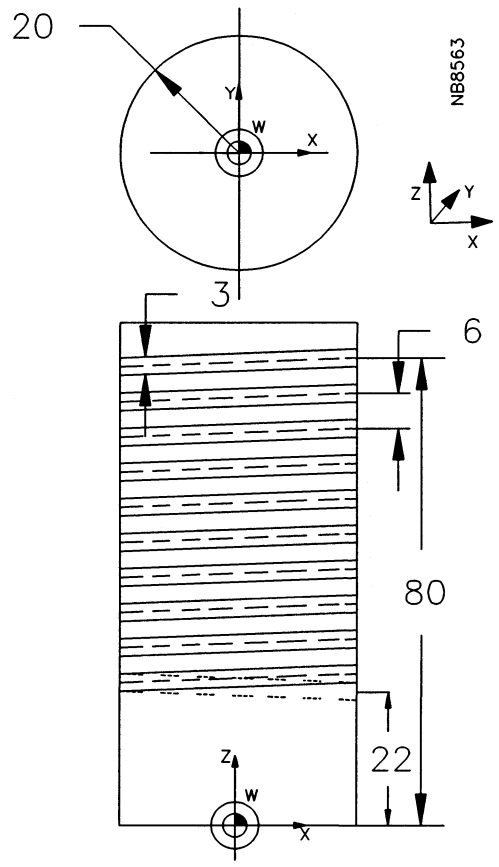


Werkzeug bewegt sich von P1 (10,5,20) nach P2 (20,10,40) mit einem Vorschub von 100 mm/min

:
N14 G0 X10 Y5 Z20
N15 G1 X20 Y10 Z40 F100
:

Im Satz N15 bewegen sich die Achsen simultan und erreichen ihre Endposition zur gleichen Zeit.

BEISPIEL 4. Spirale auf einer Zylinderfläche



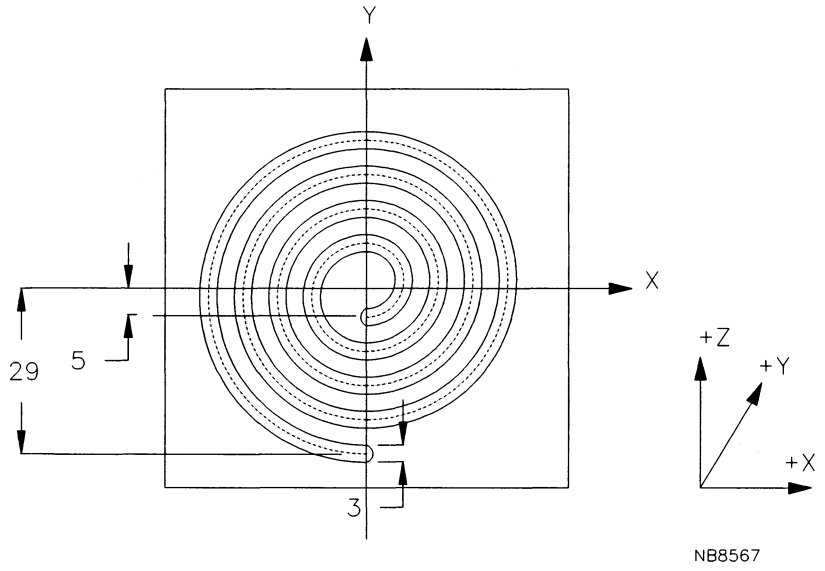
Simultane Verfahrbewegungen in der Z- und C-Achse. Das Werkzeug steht in der Y-Achse. Die Spirale hat 10 Umdrehungen und eine Steigung von 6 mm.

```
:
N10 G18
N11 T1 M6
N12 G0 X0 Y22 Z80 C0 S3000 M3
N13 G1 Y18 F75
N14 Z20 C3600 C40=20 F125
N15 G0 Y100
:
```

Erläuterung:

N10 : Hauptebene definieren
N11 : Werkzeug T1 einwechseln und Korrekturen berücksichtigen (Fräserdurchmesser 3 mm). Werkzeug steht in der Y-Achse (G18)
N12 : Spindel einschalten und Werkzeug auf Anfangsposition fahren
N13 : Werkzeug um 4 mm auf Position Y18 zustellen
N14 : Spirale fräsen. Die Drehachse dreht sich 10-mal (C3600)
N15 : Werkzeug vom Werkstück wegbewegen

BEISPIEL 5. Spirale in der Hauptebene (= Planebene)



Die Spirale hat vier Umdrehungen und eine Steigung von 6 mm. Sie wird mit einem Drehtisch (C-Achse) hergestellt, der sich um die Werkzeugachse (Z-Achse) dreht, bei gleichzeitiger Bewegung in der Y-Achse. Der mittlere Bahnradius ist C40=17.

Das Programm könnte so aussehen:

```
:
N10 G17
N11 G54 T1 M6
N12 G0 X0 Y-5 Z2 C0 S3000 M3
N13 G1 Z-2 F75
N14 Y-29 C1440 C40=17 F200
N15 G0 Z100
:
```

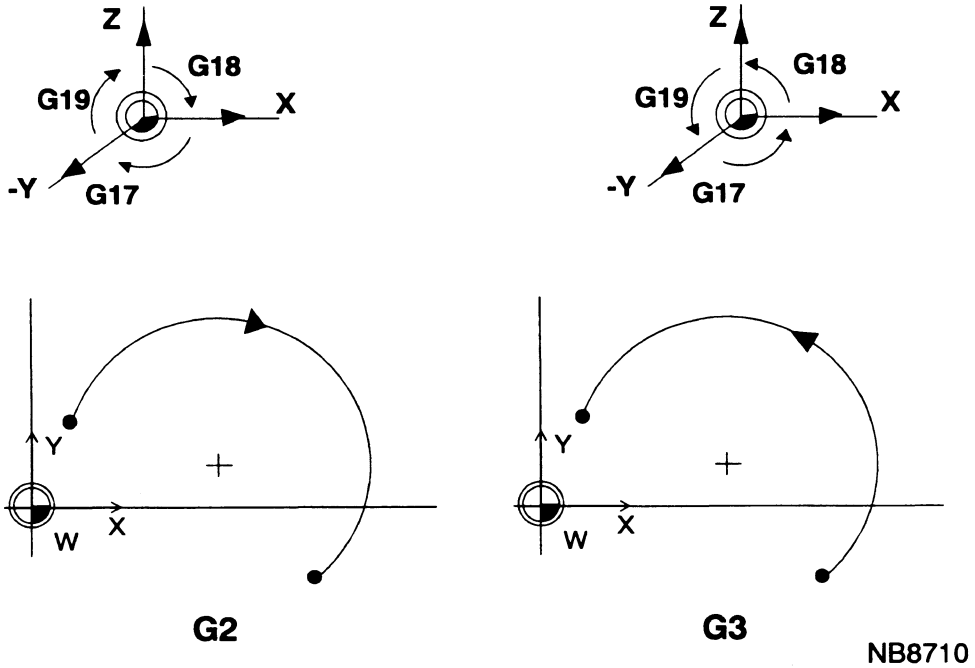
Erläuterung:

N10 : Hauptebene definieren
N11 : Nullpunktverschiebung (G54) nach Werkstückmitte. Werkzeug T1 einwechseln und Korrekturen berücksichtigen (Bohrnutenfräser R=1.5 mm). Werkzeug steht in der Z-Achse (G17)
N12 : Spindel einschalten. Werkzeug auf Anfangsposition fahren
N13 : Werkzeug in der Z-Achse um 2 mm in das Werkstück zustellen
N14 : Spirale fräsen (Rb=5, Re=29, daher C40=17). C-Achse 4-mal drehen (C1440).
N15 : Werkzeug vom Werkstück wegbewegen

6. Kreisinterpolation im Uhrzeigersinn/Gegenuhrzeigersinn G2/G3

Zweck

Ausführen einer kreisförmigen Bewegung im Uhrzeigersinn (G2) bzw. im Gegenuhrzeigersinn (G3), mit programmiertem Vorschub.



Zur Bestimmung der Bewegungsrichtung ist der Blick in der negativen Richtung der Werkzeugachse auf die Hauptebene.

Format

Vollkreis
N...G2/G3 [Mittelpunktkoordinaten]

Kreisbogen kleiner oder gleich 180:
N...G2/G3 [Endpunktkoordinaten der Achse] R...

Kreisbogen kleiner oder größer 180 :
N... G2/G3 [Mittelpunktkoordinaten][Endpunktkoordinaten der Linearachse]
N...G2/G3 [Mittelpunktkoordinaten] B5=...

2.5D-Interpolation
N...G2/G3 [Mittelpunktkoordinaten][Endpunktkoordinaten des Kreisbogens]
[Endpunktkoordinaten der Linear- oder Drehachse]

Spirale
N...G2/G3 [Mittelpunktkoordinaten][Endpunktkoordinaten des Kreisbogens]
[Endpunktkoordinaten der Linear- oder Drehachse][Steigung]
N...G2/G3 [Mittelpunktkoordinaten][Steigung] B5=...

Parameter

Endpunktkoordinaten
X,Y,Z Endpunktkoordinate
A,B,C Endwinkel
B1= Winkel
L1= Streckenlänge
B2= Polarwinkel
L2= Polarlänge
P,P1= Punktedefinitionsnummer

Mittelpunktkoordinaten
I Kreismittelpunkt in X
J Kreismittelpunkt in Y
K Kreismittelpunkt in Z /Steigung Z
B3= Polarwinkel für Kreismittelpunkt
L3= Polarlänge für Kreismittelpunkt

Kreisparameter
R Kreisradius
B5= Winkel vom Kreisbogen
D Winkel orientierter Spindelstop

Wortweise Absolut-/Inkremental-Programmierung (X90=.., X91=..)
X90=,Y90=,Z90= Endpunkt absolut
A90=,B90=,C90= Endwinkel absolut
I90=,K90=,J90= Mittelpunkt absolut
X91=,Y91=,Z91= Endpunkt inkremental
A91=,B91=,C91= Endwinkel inkremental
I91=,J91=,K91= Mittelpunkt inkremental

Modale Wörter
F, S, T, M, H, E..=
F1=, T1=, T2=

Art der Funktion

modal

Zugehörige Funktionen

G0,G1,G6
F-Funktionen
Wortweise Absolut-/Inkremental-Programmierung (X90=.., X91=..)

Hinweise und Verwendung

KREIS IN DER HAUPTEBENE

KREISBOGEN BIS ZU 180°

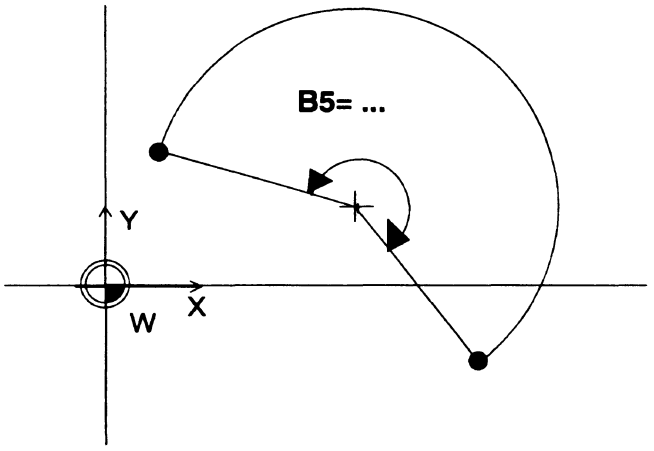
Ein Kreisbogen bis zu 180 wird mit den Endpunktkoordinaten und dem Bogenradius oder den Kreismittelpunktkoordinaten programmiert.

Der Bogenradius wird mit dem R-Wort (ein Koordinatenwort ohne Vorzeichen) programmiert.

KREISBOGEN GRÖßER ALS 180°

Ein Kreisbogen größer als 180° kann nur mit den Koordinaten des Endpunktes und Kreismittelpunktes programmiert werden.

KREISBOGENWINKEL (B5=)



NB8714

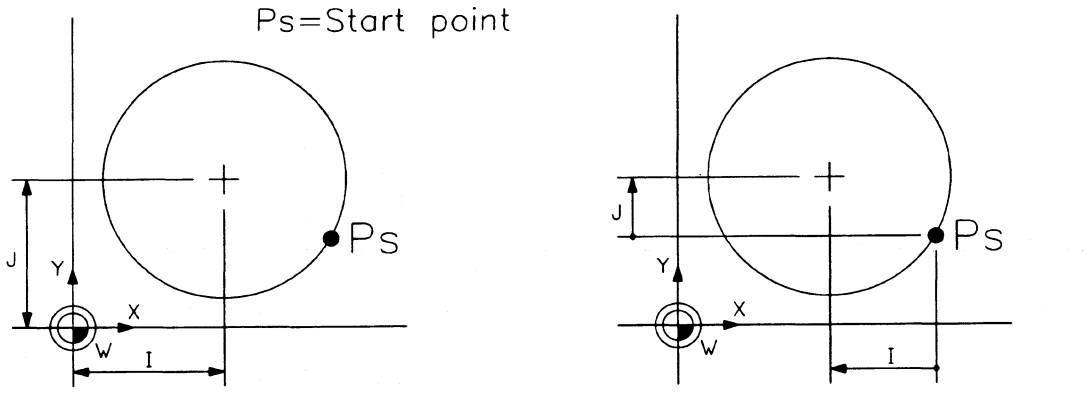
Der Kreisbogen eines beliebigen Winkels zwischen 0 und 360 kann auch mit den Mittelpunktkoordinaten und dem Kreisbogenwinkel programmiert werden. Der Winkel wird mit dem Wort B5= in Dezimalgrad vorzeichenlos programmiert.

PROGRAMMIEREN EINES VOLLKREISES

Nachdem das Werkzeug ein Vollkreis abgefahren hat steht es wieder in der Ausgangsposition. Diese Bewegung wird mit:
- der Bewegungsrichtung auf dem Kreis und
- den Mittelpunktkoordinaten
  programmiert.

Hinweis: Enthält der Satz auch die Endpunktkoordinaten, so wird keine Kreisbewegung ausgeführt.

MITTELPUNKTKOORDINATEN



NB8834a

Absolute (G90) Koordinaten

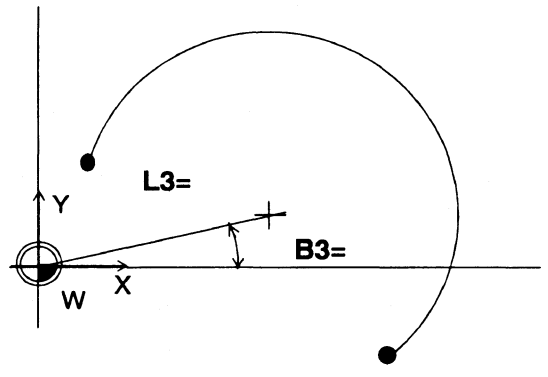
Inkrementale (G91) Koordinaten

Absolute Mittelpunktkoordinaten beziehen sich auf den Programmnullpunkt W. Inkrementale Mittelpunktkoordinaten werden vom Startpunkt zum Mittelpunkt gemessen.

MITTELPUNKTKOORDINATEN IN UNTERSCHIEDLICHEN EBENEN

N...	G2/G3	I...	(X-Achse)	J...	(Y-Achse)	: XY-EBENE (G17)
N...	G2/G3	I...	(X-Achse)	K...	(Z-Achse)	: XZ-EBENE (G18)
N...	G2/G3	J...	(Y-Achse)	K...	(Z-Achse)	: YZ-EBENE (G19)

POLARE MITTELPUNKTKOORDINATEN

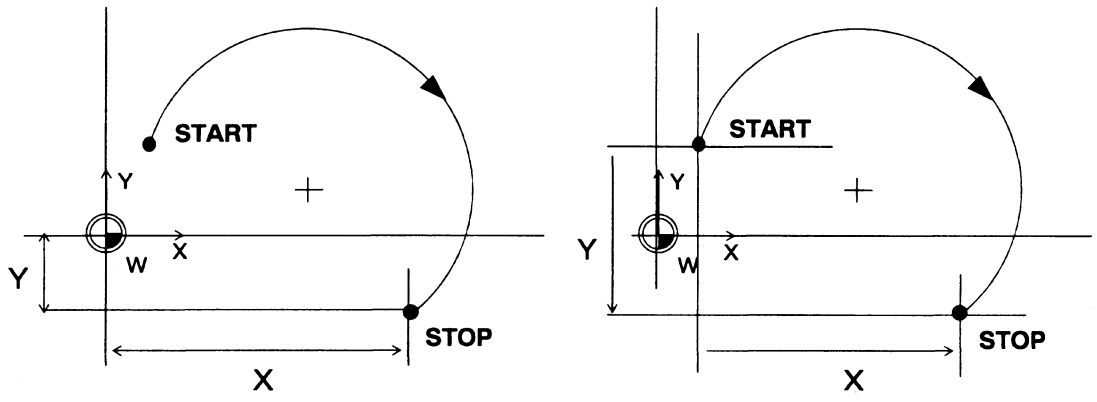


NB8711

L3=... B3=...

Die polaren Mittelpunktkoordinaten werden in der durch G17, G18 bzw. G19 definierten Ebene verwendet.

KARTESISCHE ENDPUNKTKOORDINATEN



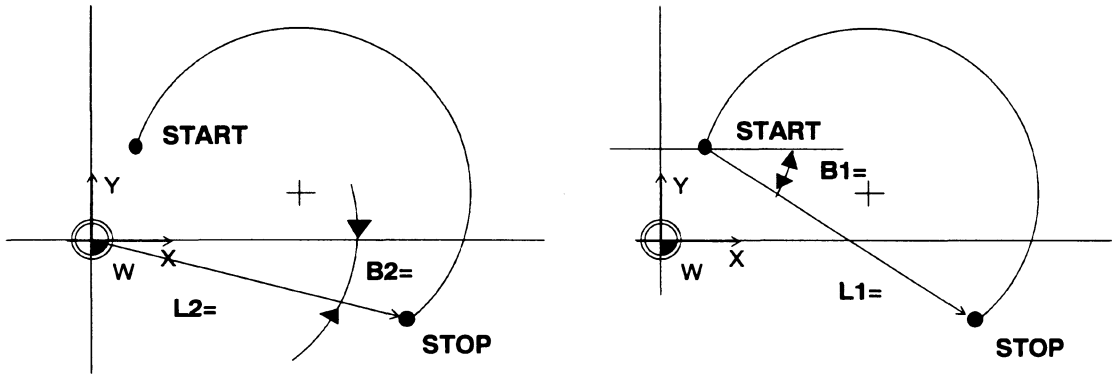
NB8712

Absolute (G90) Koordinaten

Inkrementale (G91) Koordinaten

(G17) X... Y... (G18) X... Z... (G19) Y... Z...

POLARE ENDPUNKTKOORDINATEN UND EINE KOORDINATE UND WINKEL



NB8713

B2=... L2=...

B1=... L1=...

Diese Endpunktkoordinaten werden in der durch G17, G18 bzw. G19 definierten Ebene verwendet.

DEFINIERTER PUNKT (G78)

Der Endpunkt einer Kreisbewegung läßt sich mit einem vordefinierten Punkt (P-Wort) programmieren.

VORSCHUB IN DER HAUPTEBENE

Der programmierte Vorschub ist der Vorschub auf dem Kreis.

RADIUSKORREKTUR IN DER HAUPTEBENE (G40...G44)

Konturen die durch geradlinige und kreisförmige Bewegungen definiert sind können mit Radiuskorrektur bearbeitet werden.
Für Einzelheiten siehe die Beschreibung der Funktionen G40, G41/G42 und G43/G44.

Bei kreisförmigen Bewegungen mit Radiuskorrektur kann der Vorschub geändert werden, je nach der Konturform und dem Fräserradius.
Für Einzelheiten siehe die Beschreibung der Funktion G41/G42, Abschnitt KONSTANTE SCHNITTGESCHWINDIGKEIT.

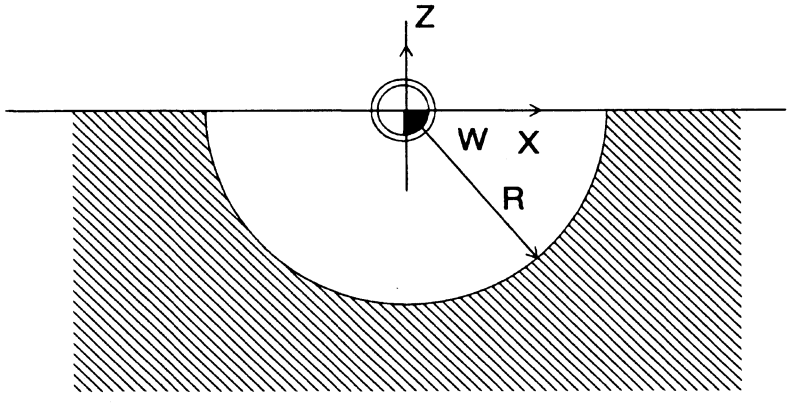
ACHSENDREHUNG (G92/G93 B4=)

Eine kreisförmige Bewegung in einer gedrehten Hauptebene ist gestattet.

KREISBEWEGUNG NICHT IN DER HAUPTEBENE

Ein Spezialwerkzeug, z.B. ein Radiusfräser, läßt sich so steuern, daß die Bearbeitungsrichtung nicht parallel zur Hauptebene verläuft. In diesem Fall können für die Programmierung der Endpunkt- und Mittelpunktkoordinaten nur kartesische Absolut- oder Inkrementalmaßen benutzt werden.

Die Anwendung von Radiuskorrektur ist nicht möglich.



NB8574

Kreisbewegung in der XZ-Ebene; Werkzeug in der Z-Achse

KREISBOGEN BIS ZU 180°

Ein Kreisbogen bis zu 180° wird mit den Endpunktkoordinaten und dem Kreisbogenradius (R-Wort) oder den kartesischen Koordinaten des Kreismittelpunktes programmiert.

KREISBOGEN GRÖßER ALS 180°

Ein Kreisbogen größer als 180° kann nur mit den kartesischen Koordinaten des Endpunktes und Kreismittelpunktes programmiert werden.

ADRESSEN FÜR ENDPUNKT UND MITTELPUNKT

Die in der Tabelle unter MITTELPUNKTKOORDINATEN IN UNTERSCHIEDLICHEN EBENEN gegebenen Adressen gelten auch für Kreisbogen die nicht in der aktuellen Hauptebene liegen. Die Adressen des Mittelpunktes definieren die Ebene in der der Kreis gefräst werden soll.

ACHSENDREHUNG (G92/G93 B4=)

Ein Kreisbogen der nicht in der durch die wirksame G-Funktion für die Ebenenauswahl (G17, G18, G19) definierten Ebene liegt, darf nicht in einer Ebene liegen von der eine Achse gedreht ist.
Wenn beispielsweise G17 wirksam ist und die XY-Ebene ist um 30° gedreht worden, so wird die X-Achse gedreht. Eine Kreisbewegung in der XZ-Ebene ist dann nicht gestattet, anderenfalls wird eine Fehlermeldung ausgegeben.

LINEARACHSEN U, V UND W

Besitzt eine Werkzeugmaschine Linearachsen die parallel zu den Hauptachsen verlaufen, so können mit diesen Achsen Kreisbewegungen ausgeführt werden.

Die Anwendung von Polarkoordinaten und Radiuskorrektur ist nicht möglich.

PROGRAMMIEREN EINES KREISBOGENS

Für eine Kreisbewegung bis zu 180° können entweder der Radius (R-Wort) oder die kartesischen Mittelpunktkoordinaten (absolut oder inkremental) programmiert werden.

Für eine Kreisbewegung größer als 180° können für die Programmierung des Mittelpunktes nur kartesische Koordinaten verwendet werden.

PROGRAMMIEREN VON ENDPUNKT UND MITTELPUNKT

Beide Endpunktkoordinaten müssen programmiert werden, weil sie die Ebene bestimmen in der die Kreisbewegung ausgeführt wird.

Für die Definition der Mittelpunktkoordinaten werden folgende Adressen verwendet:
I für die U-Achse, J für die V-Achse, K für die W-Achse.
Die nachfolgende Tabelle zeigt die für die einzelnen Ebenen verwendeten Adressen.

Hauptachse X und eine Linearachse

	XV-Ebene	XW-Ebene
Endpunkt	X und V	X und W
Mittelpunkt	I und J	I und K

Hauptachse Y und eine Linearachse

	YU-Ebene	YW-Ebene
Endpunkt	Y und U	Y und W
Mittelpunkt	J und I	J und K

Hauptachse Z und eine Linearachse

	ZU-Ebene	ZV-Ebene
Endpunkt	Z und X	Z und Y
Mittelpunkt	K und I	K und J

Kombination von Linearachsen

	UV-Ebene	UW-Ebene	VW-Ebene
Endpunkt	U und V	U und W	V und W
Mittelpunkt	I und J	I und K	J und K

KREISBEWEGUNG MIT GLEICHZEITIGER BEWEGUNG IN EINER DRITTEN ACHSE

Ein spezielles Interpolationsverfahren (2.5D) erlaubt es der CNC, eine Kreisbewegung in einer Hauptebene und eine Verfahrbewegung in der dritten Achse so zu koordinieren, daß das Werkzeug die richtige Bahn vom Startpunkt zum Endpunkt abfährt.

KREIS IN DER HAUPTEBENE

Es werden die üblichen Programmiermethoden für einen Kreis in der durch G17, G18 bzw. G19 definierten Hauptebene verwendet.

Die Kreisbewegung kann mit Radiuskorrektur ausgeführt werden. Der Eintritt in und das Verlassen des Werkstückes muß tangential erfolgen.

Ist die dritte Achse die Werkzeugachse, so wird sie mit einer der nachfolgenden Adressen programmiert:

	G17	G18	G19
Ebene	XY-Ebene	XZ-Ebene	YZ-Ebene
Werkzeugachse	Z	Y	X

KREIS NICHT IN DER HAUPTEBENE

Für die Programmierung einer nicht in der Hauptebene ausgeführten Kreisbewegung gelten die Regeln, wie sie im Abschnitt KREISBEWEGUNG NICHT IN DER HAUTPEBENE angegeben sind.

Die Ebene wird durch die kartesischen Koordinaten des Mittelpunktes definiert. Es kann kein Kreisbogenradius (R-Wort) verwendet werden.

Für die einzelnen Ebenen werden die folgenden Adressen benutzt:

	XY-Ebene	XZ-Ebene	YZ-Ebene
Endpunkt	X und Y	X und Z	Y und Z
Mittelpunkt	I und J	I und K	J und K
Werkzeugachse	Z	Y	X

DRITTE ACHSE IST EINE DREHACHSE

Wird die Kreisbewegung in der Hauptebene oder in einer anderen Ebene ausgeführt, so beschränkt sich die dritte Achse nicht auf die Werkzeugachse, sondern es kann auch eine mit der Adresse A oder B programmierte Drehachse verwendet werden. Es erfolgt dann eine gleichzeitige Bewegung der Linearachsen (für die Kreisbewegung in der definierten Ebene) und der Drehachse.

SPIRALENINTERPOLATION

Zum Fräsen einer Spirale auf einer beliebigen Zylinderfläche ist folgendes zu programmieren:
- eine Kreisbewegung in der Hauptebene (siehe oben),
- die Steigung der Spirale,
- (erforderlichenfalls) der Endpunkt der Geraden.

	G17	G18	G19
Werkzeugachse	Z	Y	X
Mittelpunkt	I und J oder B3= und L3=	I und K oder B3= und L3=	J und K oder B3= und L3=
Kreisbogenwinkel	B5=	B5=	B5=
Spiralensteigung	K	J	I

PROGRAMMIEREN DES KREISBOGENWINKELS

Der Wert von B5= kann zwischen 0 und 999999 Grad liegen, was etwa 900 Umdrehungen entspricht.

PROGRAMMIEREN DER WERKZEUGACHSE

Eine Spirale kann auch mit den nachfolgenden Adressen programmiert werden:

	G17	G18	G19
Werkzeugachse	Z	Y	X
Kreisendpunkt	X und Y	X und Z	Y und Z
Mittelpunkt	I und J	I und K	J und K
Spiralensteigung	K	J	I

Bei Verwendung dieser Adressen sind die Bewegungen so zu programmieren, daß bei der Kreisbewegung und der Bewegung in der Werkzeugachse die Endpositionen zur gleichen Zeit erreicht werden.

DRITTE ACHSE IST EINE DREHACHSE

Die dritte Achse beschränkt sich nicht auf die Werkzeugachse, sondern es kann auch eine mit der Adresse A oder B programmierte Drehachse verwendet werden. Es erfolgt dann eine gleichzeitige Bewegung der Linearachsen (für die Kreisbewegung) und der Drehachse.

RADIUSKORREKTUR BEI SPIRALENINTERPOLATION

Bei Spiraleninterpolation kann die Kreisbewegung mit Radiuskorrektur ausgeführt werden. Der Eintritt in und das Verlassen des Werkstückes muß tangential erfolgen.

ALLGEMEINE HINWEISE ZU G2/G3

LÖSCHEN

Die Funktion G2 bzw. G3 wird durch G0, G1, G2/G3, G6, Programmende (M30), Softkey Programm abbrechen oder Softkey CNC rücksetzen gelöscht.

PRÜFEN DER MITTELPUNKTKOORDINATEN

Bei Verwendung von Mittelpunktkoordinaten wird der Radius der Kreisbewegung am Anfang mit dem Radius am Ende verglichen. Ist die Differenz zwischen den beiden Werten größer als ein über Maschinenkonstante vorgegebener Wert, so wird eine Fehlermeldung ausgegeben und die Programmabarbeitung angehalten.

ANFANG DER NÄCHSTEN BEWEGUNG (G28 I3=..)

Im allgemeinen werden Vorschubbewegungen ohne Halt zwischen den Sätzen ausgeführt, mit der Folge, daß die Ecken gerundet werden.

G28 und Parameter I3= erlauben die Auswahl zwischen Ausführung der nächsten Bewegung nach einem Werkzeug-Halt oder Ausführung ohne Halt zwischen den Bewegungen.

Für Einzelheiten siehe die Beschreibung der Funktion G28, Abschnitt VORSCHUBBEWEGUNGEN I3=0.

VORSCHUBBEGRENZUNG (G28 I6=..)

Die Vorschubbegrenzung dient dazu, den programmierten Vorschub herabzusetzen, um den Schleppabstand in den Achsen auf ein annehmbares Minimum zu halten und so die Bearbeitungsgenauigkeit zu steigern.
Für Einzelheiten siehe die Beschreibung der Funktion G28, I6=.

ORIENTIERTER SPINDEL-HALT (D.. M19)

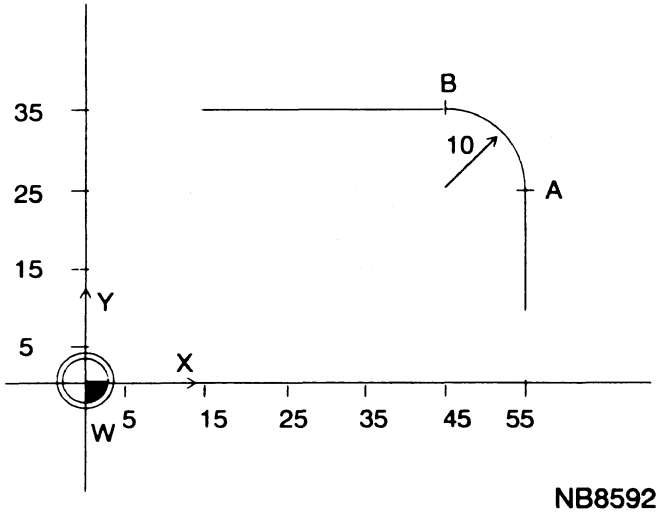
Das D-Wort für den Versatzwinkel bei orientiertem Spindel-Halt ist zusammen mit der Funktion M19 zu programmieren.
Für Einzelheiten siehe die Beschreibung der Funktion M19.

Bemerkung:
Liegt ein Endpunkt eines programmierten Kreises um wenige Mikrons vom Startpunkt entfernt und wird mit hohem Vorschub verfahren, so erfolgt anstelle einer Kreisbewegung eine Linearbewegung unmittelbar zur Endposition.

Beispiel: Beträgt der Abstand zwischen Start- und Endpunkt 5 μm und ist der Vorschub > 1 m/min, so erfolgt eine Linearbewegung, wenngleich G2/G3 programmiert worden ist.

Beispiele

BEISPIEL 1. Programmieren eines Kreisbogenradiusses



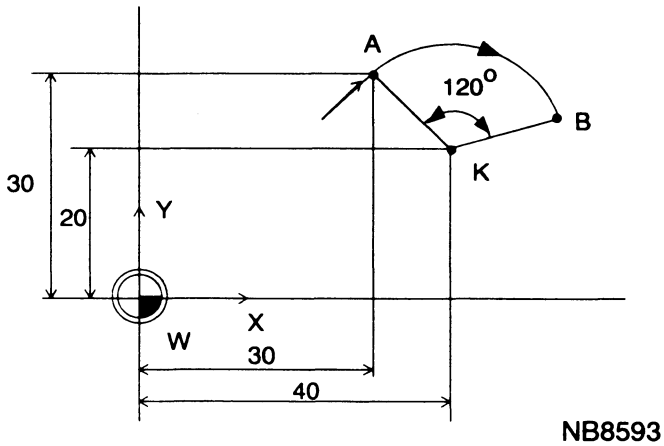
NB8592

:
N10 G1 X55 Y25 F100 (A)
N20 G3 X45 Y35 R10 (B)
:

Erläuterung:

N10 : Linearbewegung zum Anfangspunkt A des Kreisbogens.
N20 : Kreis im Gegenuhrzeigersinn (G3) zum Endpunkt B.

BEISPIEL 2. Programmieren eines Kreisbogenwinkels



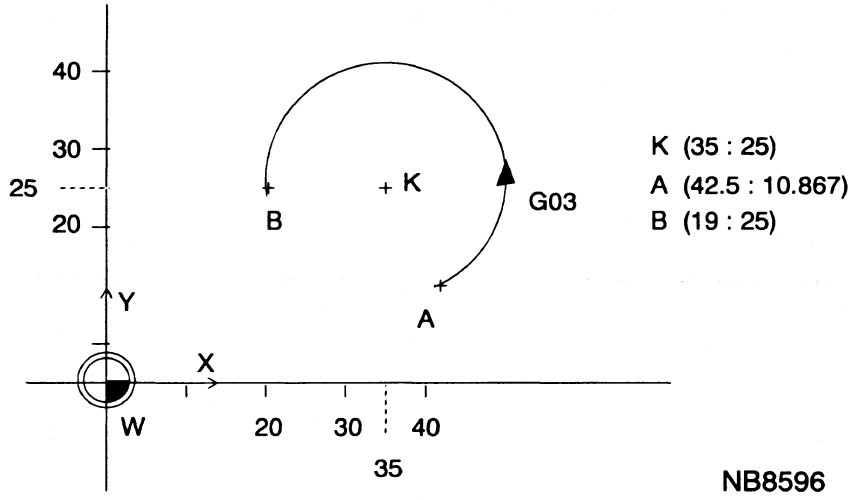
NB8593

:
N10 G1 X30 Y30 F500 (A)
N11 G2 I40 J20 B5=120 (B)
:

Erläuterung:

N10 : Werkzeug mit programmiertem Vorschub auf Anfangspunkt A fahren.
N11 : Werkzeug im Uhrzeigersinn (G2) auf Endpunkt fahren. Der Kreisbogenwinkel wird mit B5= angegeben.

BEISPIEL 3. Programmieren eines Kreisbogens > 180 (kartesisch)



Absolute Koordinaten

```
:
N10 G1 X42.5 Y10.867 F200          (A)
N11 G3 X19 Y25 I35 J25             (B)
:
```

Erläuterung:

N10 : Werkzeug mit programmiertem Vorschub auf Anfangspunkt A des Kreisbogens fahren.
N11 : Werkzeug im Gegenuhrzeigersinn (G3) auf Endpunkt B fahren. Die Mittelpunktkoordinaten werden mit I und J angegeben.
Sowohl die Koordinaten X und Y als auch I und J stellen Absolutwerte dar und beziehen sich auf den Programmnullpunkt W.

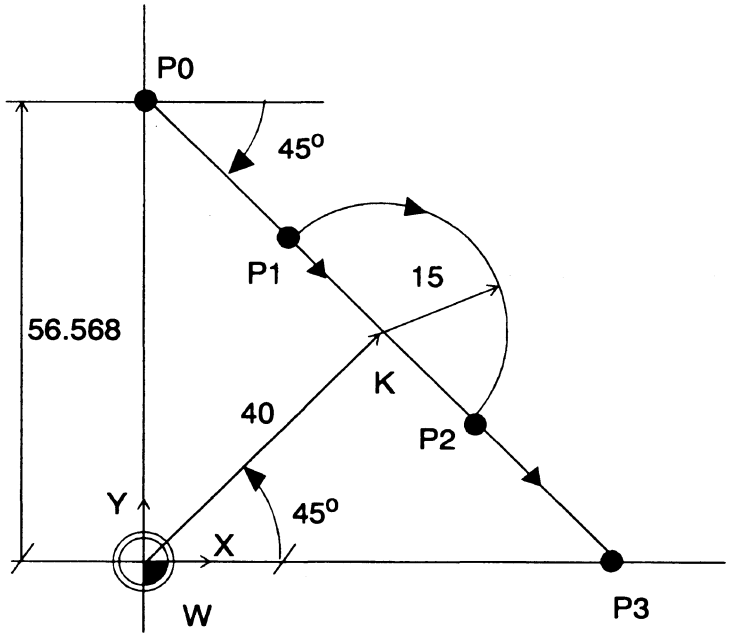
Inkrementale Koordinaten

```
:
N10 G1 X42.5 Y10.867 F200          (A)
N11 G91
N12 G3 X-23.5 Y14.133 I-7.5 J14.133  (B)
:
```

Erläuterung:

N10 : Werkzeug mit programmiertem Vorschub auf Anfangspunkt A des Kreisbogens fahren.
N11 : Umschalten auf Inkrementalmaßprogrammierung (G91).
N12 : Werkzeug im Gegenuhrzeigersinn (G3) auf Endpunkt B fahren.
Die Koordinaten X und Y stellen Inkremente von Punkt A zum Punkt B dar. Die Koordinaten I und J sind Inkrementalwerte von A Punkt zum Mittelpunkt.

BEISPIEL 4. Programmieren eines Kreisbogens mit Polarkoordinaten



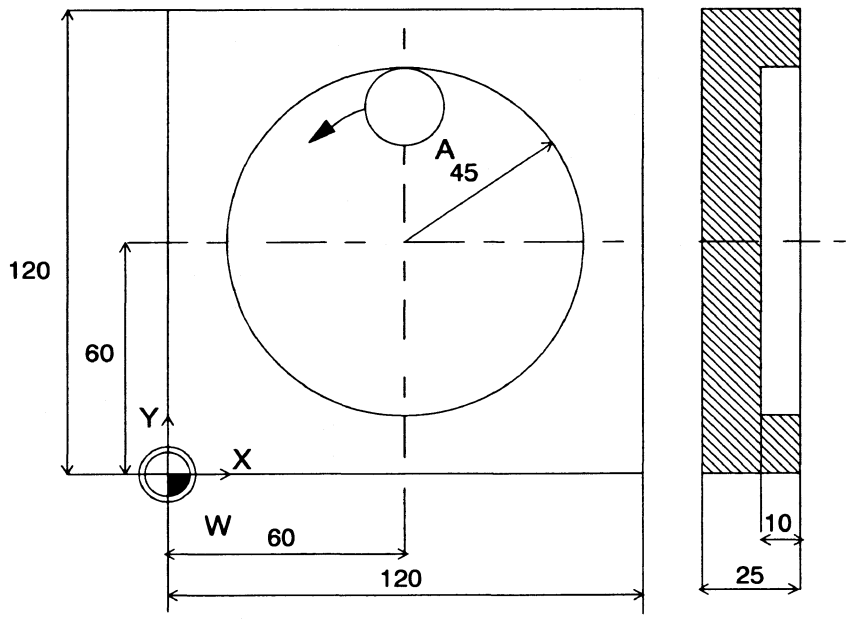
NB8576

```
:
N10 G0 X0 Y56.568                 (P0)
N11 G1 B1=-45 L1=25 F200          (P1)
N12 G2 B1=-45 L1=30 B3=45 L3=40   (P2)
N13 G1 B1=-45 L1=25               (P3)
:
```

Erläuterung:

N10 : Werkzeug in Eilgang auf P0 fahren.
N11 : Werkzeug mit programmiertem Vorschub von P0 auf P1 fahren. Es werden inkrementale Polarkoordinaten verwendet.
N12 : Werkzeug im Uhrzeigersinn (G2) von P1 auf P2 fahren. Für P2 werden inkrementale Koordinaten verwendet. Der Mittelpunkt wird mit absoluten Polarkoordinaten (B3=,L3=) programmiert.
N13 : Werkzeug mit programmiertem Vorschub von P2 auf P3 fahren.

BEISPIEL 5. Programmieren einer vollständigen Kreisbewegung



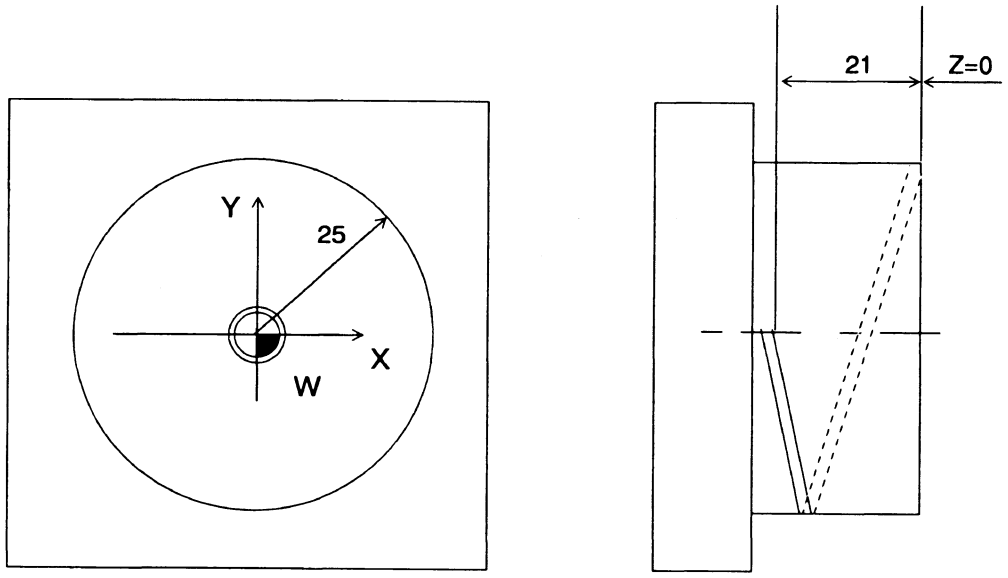
NB8575

```
:
N9 G17 T1 M6
N10 G0 X60 Y60 Z10 S315 M3
N11 G1 Z-10 F36
N12 G43 Y105 F65
N13 G41
N14 G3 I60 J60
N15 G40
N16 G1 Y90
N17 Z100 M30
:
```

Erläuterung:

N9 : Hauptebene definieren. Werkzeug T1 einwechseln und Korrekturen berücksichtigen (Fräserdurchmesser 16 mm).
N10 : Spindel einschalten und Werkzeug in Eilgang auf Punkt A fahren. An dieser Stelle tritt das Werkzeug in die Bohrung ein.
N11 : Vorschub mit 36 mm/min festlegen und Werkzeug auf Tiefe zustellen.
N12 : Werkzeug mit Vorschub BIS zur Bohrungswand (G43) fahren.
N13 : Radiuskorrektur setzen für ein Werkzeug das auf der linken Seite verfährt (G41).
N14 : Den vollständigen Kreis im Gegenuhrzeigersinn fräsen (G3).
N15 : Radiuskorrektur löschen (G40).
N16 : Werkzeug von der bearbeiteten Werkstückoberfläche wegbewegen.
N17 : Werkzeug aus dem Werkstück herausziehen.

BEISPIEL 6. Programmieren einer Kreisbewegung zusammen mit einer gleichzeitigen Bewegung in der Linearachse (2.5D-Interpolation)



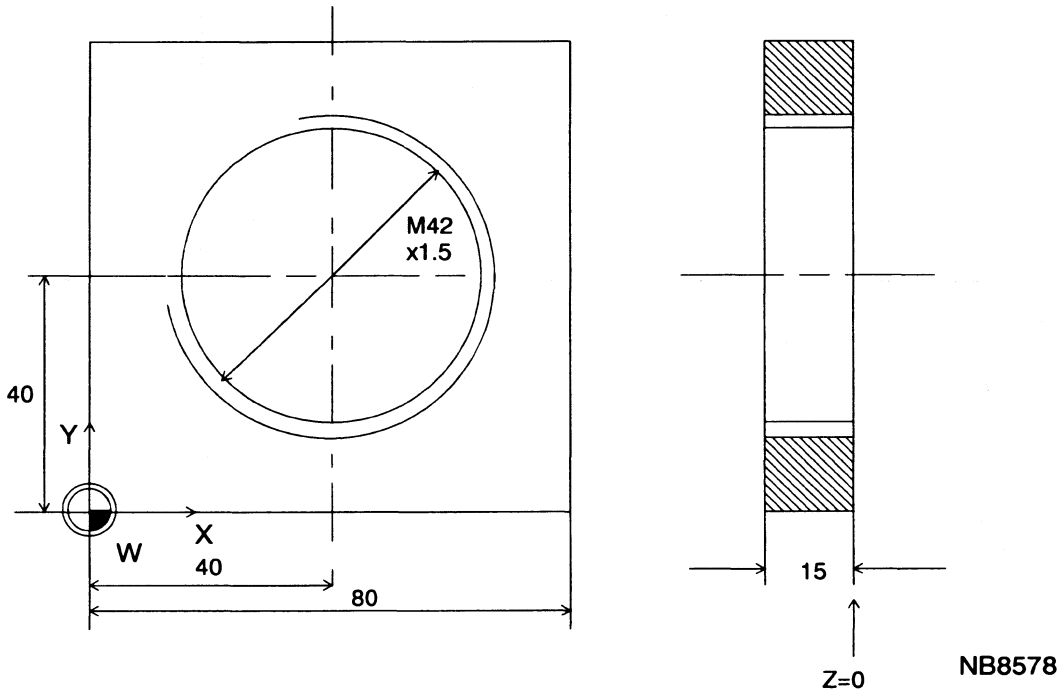
NB8577

```
:
N10 G17 T1 M6
N11 G0 X0 Y35 Z0 S1000 M3
N12 G43
N13 G1 Y25 F80
N14 G41 F120
N15 G2 X-25 Y0 Z-21 I0 J0
N16 G40
N17 G1 X-35
:
```

Erläuterung:

N10 : Hauptebene definieren. Werkzeug 1 einwechseln (Durchmesser 3 mm) und Korrekturen berücksichtigen.
N11 : Spindel einschalten und Werkzeug auf das Werkstück fahren.
N12 : Werkzeug BIS zur Werkstückkontur fahren.
N13 : Linearvorschub mit 80 mm/min festlegen.
N14 : Radiuskorrektur LINKS setzen.
N15 : Die gleichzeitige Bewegung auf dem Kreis und in der dritten Achse ausführen.
N16 : Radiuskorrektur löschen.
N17 : Werkzeug vom Werkstück wegbewegen.

BEISPIEL 7. Programmieren einer Spirale




```
:
N10 G17
N11 T1 M6
N12 G0 X40 Y40 Z1.5 S400 M3
N13 G1
N14 G43 Y61 F120
N15 G42
N16 G2 I40 J40 K1.5 B5=4320
N17 G40
N18 G1 Y40
N19 G0 Z100
:
```

Erläuterung:

N10 : Hauptebene definieren.
N11 : Werkzeug 1 einwechseln und Korrekturen berücksichtigen. (Gewindefräser)
N12 : Spindel einschalten und Werkzeug auf die Anfangsposition fahren.
N13 : Lineare Vorschubbewegung setzen.
N14 : Werkzeugradiuskorrektur bis Werkstück (G43).
N15 : Werkzeugradiuskorrektur Rechts (G42).
N16 : Spirale (Gewinde) fräsen. Es sind programmiert worden:
- der Mittelpunkt (I und J)
- der Kreisbogenwinkel (B5=), 12 Umdrehungen von 360 Grad
- der Gewindesteigung (K).

N17 : Werkzeugradiuskorrektur löschen (G40).
N18 : Werkzeug vom Werkstück wegfahren.
N19 : Werkzeug zurückziehen.

Bei Verwendung einer alternativen Gruppe von Adressen läßt sich der Satz 16 wie folgt umschreiben:

N16 G2 X40 Y61 Z-16.5 I40 J40 K1.5

Es sind programmiert worden:

- der Kreisendpunkt (X und Y)
- die Tiefe (Z)
- der Kreismittelpunkt (I und J)
- der Gewindesteigung (K).

7. Verweilzeit G4

Zweck

Einlegen einer Verweilzeit in die Ausführung eines Programms.

Format

N... G4 X...

Minimale Verweilzeit : 0,1 Sekunden
Maximale Verweilzeit : 900 Sekunden (15 Minuten).

Parameter

X Zeit in Sekunden (0.1-983)

Modale Parameter

S, T, M, H, E..=
T1=, T2=

Art der Funktion

Nicht modal

Hinweise und Verwendung

MODALE PARAMETER

Es empfiehlt sich, diese Funktion in einem gesonderten Satz ohne modale Parameter zu programmieren.

Werden in einem Satz mit Verweilzeit modale Parameter verwendet, so werden diese vor der Verweilzeit ausgeführt.
Jene M-Funktionen die am Ende der Anweisungen in einem Satz ausgeführt werden, werden ebenfalls am Ende der Verweilzeit ausgeführt.

AUSFÜHRUNG

Am Ende der Verweilzeit wird die Bearbeitung in der normalen Weise fortgesetzt.

Beispiel

```
:
N50 G4 X2.5
:
```

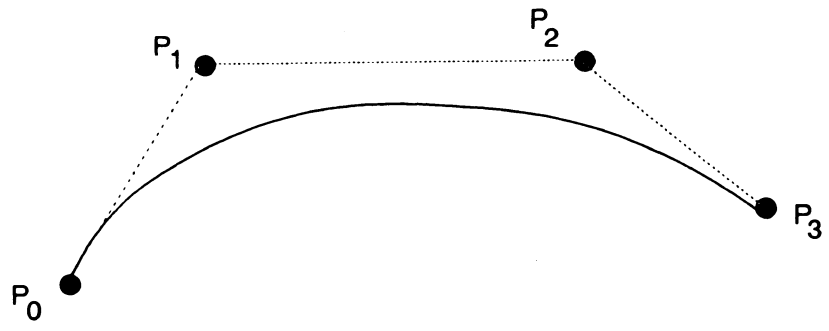
Obiger Satz bewirkt eine Verweilzeit von 2,5 Sekunden zwischen zwei Arbeitsgängen.

8. Spline-Interpolation G6

Zweck

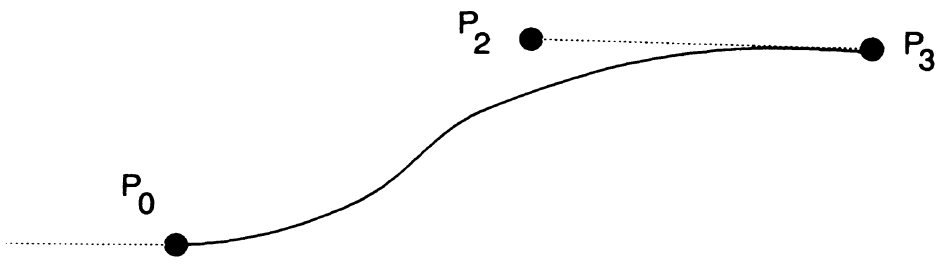
Die Spline-Interpolation der CNC erlaubt es dem Teileprogrammierer, eine Reihe von Punkten einzugeben und die CNC zu veranlassen, durch diese Punkte eine gleichmäßige und saubere Kurve zu erstellen.
Die Anwendung dieser Funktion führt zur Steigerung des dynamischen Verhaltens der Maschine und folglich zu gleichmäßigeren Werkzeugbewegungen und Zunahme der Bearbeitungsgenauigkeit.

Formate mit Bezier-Splines



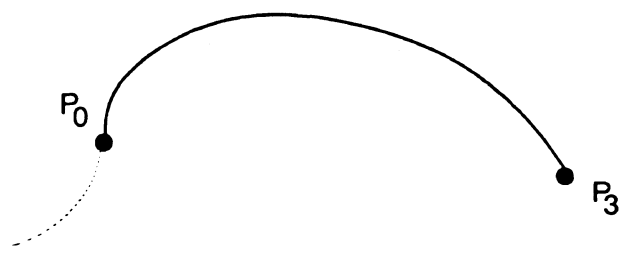
NB9771

Spline mit drei Scheitelpunkten
G6 X61=.. Y61=.. Z61=.. X62=.. Y62=.. Z62=.. X.. Y.. Z..



NB9772

Spline mit zwei Scheitelpunkten und konstanter Tangente an der vorherigen Spline
G6 X62=.. Y62=.. Z62=.. X.. Y.. Z..



NB9769

Spline mit konstanter Krümmung an der vorherigen Spline
G6 X.. Y.. Z..

Formate mit kubischen Splines

Spline mit allen Koeffizienten definiert
G6 X51=.. Y51=.. Z51=.. X52=.. Y52=.. Z52=.. X53=.. Y53=.. Z53=..

Spline mit konstanter Tangente an der vorherigen Spline
G6 X52=.. Y52=.. Z52=.. X53=.. Y53=.. Z53=..

Spline mit konstanter Krümmung an der vorherigen Spline
G6 X53=.. Y53=.. Z53=..

Parameter

X	Endpunkt (X-Achse)
Y	Endpunkt (Y-Achse)
Z	Endpunkt (Z-Achse)
X61=	Erster Scheitelpunkt (X-Achse)
Y61=	Erster Scheitelpunkt (Y-Achse)
Z61=	Erster Scheitelpunkt (Z-Achse)
X62=	Zweiter Scheitelpunkt (X-Achse)
Y62=	Zweiter Scheitelpunkt (Y-Achse)
Z62=	Zweiter Scheitelpunkt (Z-Achse)

Kubische Splines

X51=,Y51=,Z51=	Erster Spline Koeffizient
X52=,Y52=,Z52=	Zweiter Spline Koeffizient
X53=,Y53=,Z53=	Dritter Spline Koeffizient

Modale Funktionen
F, M

Art der Funktion

modal

Zugehörige Funktionen

G0, G1, G2/G3
F-Funktionen

Hinweise und Verwendung bei Bezier-Splines

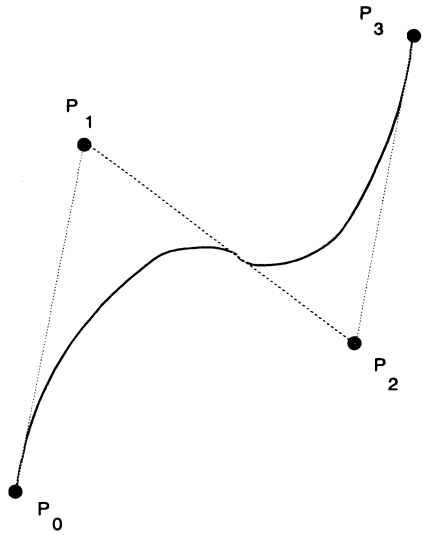
DEFINITION VON BEZIER-SPLINES

Eine Bezier-Spline in der CNC Pilot ist eine Spline, die durch vier Punkte, die sog. Scheitelpunkte, definiert ist.
Der erste Punkt der Spline ist der Endpunkt der vorherigen Bewegung. Die Kurve geht durch diesen Punkt. Der erste und zweite Scheitelpunkt sind maßgebend für die Form der Spline. Die Kurve geht nicht durch diese Punkte. Der letzte Punkt ist der Endpunkt der Spline, durch den die Kurve geht.

KOORDINATEN DER SCHEITELPUNKTE

Für die Programmierung der Scheitelpunkte können nur absolute kartesische Koordinaten der Hauptachsen X, Y und Z verwendet werden. Die Koordinaten beziehen sich auf den Programmnullpunkt. Die Koordinaten der drei Achsen müssen eingegeben werden, auch wenn sie nicht geändert sind.

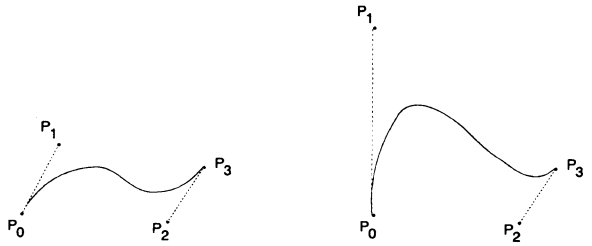
TANGENTE AM ANFANG DER SPLINE



NB9764

Aus den Koordinaten des ersten Scheitelpunktes (X61=, Y61=, Z61=) läßt sich die Tangente am Anfang der Spline als die Gerade durch den Endpunkt der vorherigen Spline und den ersten Scheitelpunkt errechnen.

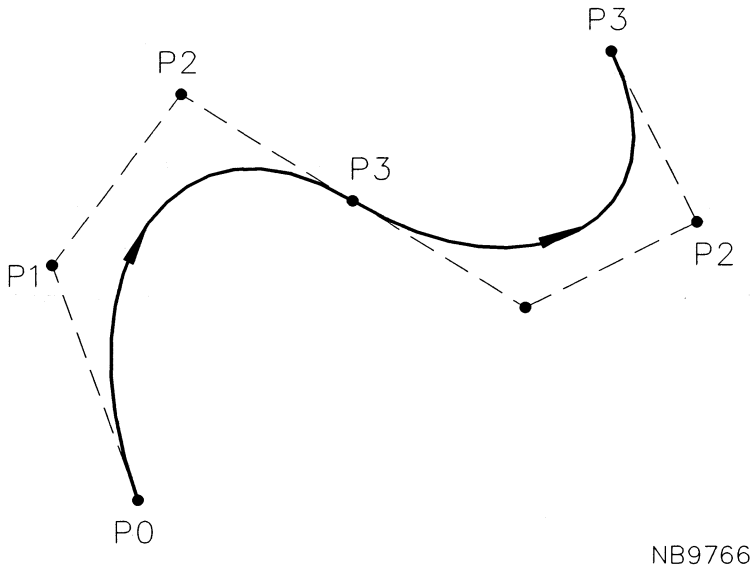
ÄNDERN DER LAGE DES ERSTEN SCHEITELPUNKTES



NB9765

Im obigen Bild sind drei Punkte der Spline feste Punkte. Nur die Lage des ersten Scheitelpunktes wurde geändert. Bitte beachten Sie, daß sich die Form der Kurve dadurch ändert.

TANGENTIALE KONTINUITÄT AM ANFANG DER SPLINE

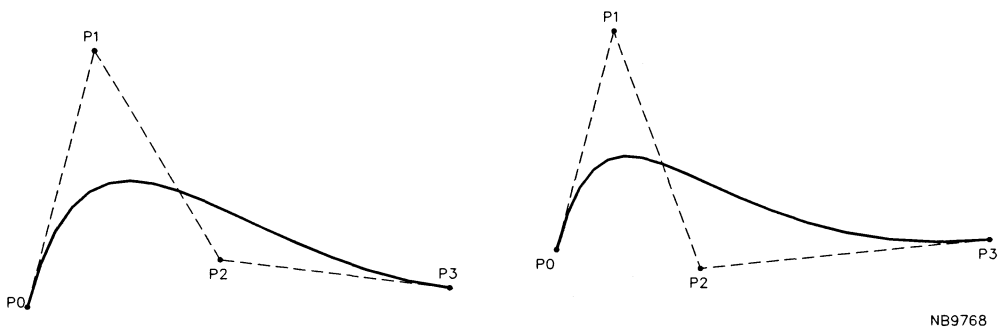


Wenn der erste Scheitelpunkt nicht programmiert ist, so wird die Tangente am Ende der vorherigen Spline als die Tangente am Anfang der Spline verwendet.

TANGENTE AM ENDE DER SPLINE

Aus den Koordinaten des zweiten Scheitelpunktes (X62=, Y62=, Z62=) läßt sich die Tangente am Ende der Spline als die Gerade durch den zweiten Scheitelpunkt und den Endpunkt errechnen.

ÄNDERN DER LAGE DES ZWEITEN SCHEITELPUNKTES



Im obigen Bild sind drei Punkte der Spline feste Punkte. Nur die Lage des zweiten Scheitelpunktes wurde geändert. Bitte beachten Sie, daß sich die Form der Kurve dadurch ändert.

KONSTANTE KRÜMMUNG

Wenn der erste und zweite Scheitelpunkt nicht programmiert sind, so wird eine konstante Krümmung zwischen den Splines vorausgesetzt.

STARTEN MIT EINER GRUPPE VON BEZIER-SPLINES

Wenn eine Kurve oder Oberfläche durch eine Gruppe von G6-Sätzen mit Bezier-Splines definiert ist, so muß die erste Spline mit drei Scheitelpunkten programmiert werden.

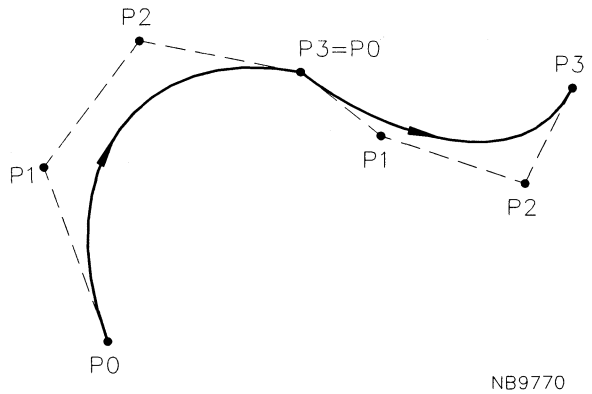
Zu diesem Zweck kann z.B. eine Spline mit drei gleichen Scheitelpunkten programmiert werden. Die Punkte befinden sich auf einer Geraden die an der Spline im Endpunkt der "Linie" tangiert.

Beispiel: N10 G1 X10 Y10 Z10
N11 G6 X61=25 Y61=25 Z61=10 X62=25 Y62=25 Z62=10 X25 Y25 Z10
Der Satz N11 ergibt eine Gerade in der XY-Ebene.

VERBINDEN VON SPLINES

Die drei verschiedenen Typen von Bezier-Splines können miteinander verbunden werden, damit sie eine Kurve oder Oberfläche bilden.

ECKE ZWISCHEN KURVEN



Wenn die Splines eine Ecke bilden, so muß die zweite Spline mit drei Scheitelpunkten programmiert werden.

RADIUSKORREKTUR

Bei Splines ist keine Radiuskorrektur vorgesehen. Folglich muß die Werkzeugbahn programmiert werden.

VERBINDUNG ZWISCHEN EINER GERADEN BZW. EINEM KREIS UND EINER BEZIER-SPLINE

Wenn die vorherige Bewegung geradlinig oder kreisförmig ist, so kann ihr Endpunkt als der Startpunkt einer Bezier-Spline mit drei Scheitelpunkten verwendet werden.

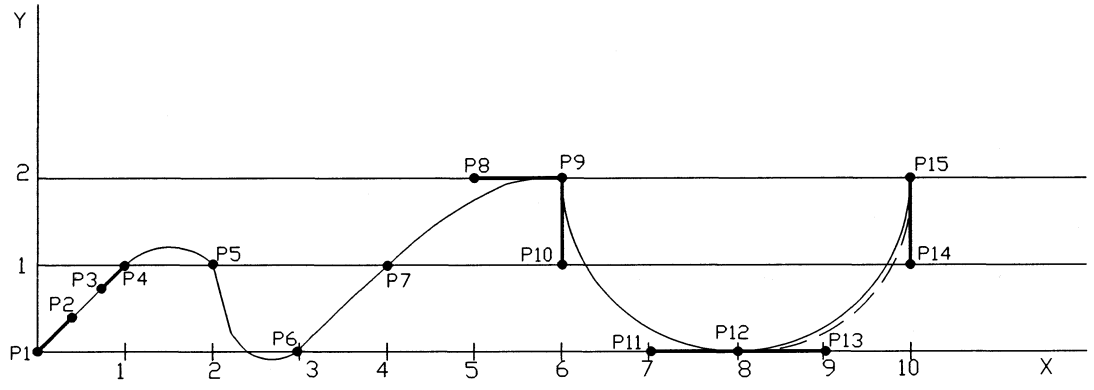
Weil bei Splines keine Radiuskorrektur vorgesehen ist, muß der Endpunkt der Geraden bzw. des Kreises ebenfalls ohne Radiuskorrektur programmiert werden.

ABSOLUTMAß- UND INKREMENTALMAß-PROGRAMMIERUNG (G90/G91)

Ist G91 wirksam während ein Abschnitt mit G6-Sätzen abgearbeitet wird, so gilt die Inkrementalmaß-Programmierung nicht für diese G6-Sätze, sondern nur für die geradlinigen bzw. kreisförmigen Bewegungen.

Es empfiehlt sich, bei Splines immer die Absolutmaßprogrammierung (G90) zu verwenden.

Beispiel:




```
N17001 (Spline Kurve)
N1 G98 X2 Y-6 Z-2 I10 J10 K10
N2 G17
N101 G0 X0 Y0 Z0 F500
N102 G6 X1 X61=0.3 X62=0.7 Y1 Y61=0.3 Y62=0.7 Z0.001 Z61=0 Z62=0
N103 X2 Y1.001 Z0
N104 X3 Y0 Z0.001
N105 X4 Y1 Z0
N106 X6 X62=5.7 Y2 Y62=2 Z0.001 Z62=0
N107 X8 X61=6 X62=7.5 Y0 Y61=1.5 Y62=0 Z0 Z61=0 Z62=0.001
N108 X10 X61=8.5 X62=10 Y2 Y61=0 Y62=1.5 Z0.001 Z61=0.001 Z62=0
N109 G0 X0 Y0 Z0
N110 M30
```

Erläuterung:

N101: Anfangsposition anfahren (P1)
N102: Erstes Element. Gerade. Tangiert an P1-P2 und an P3-P4. Endpunkt ist P4. Alle Koordinaten müssen eingetragen werden. Wähle dafür eine Gerade.
N103: Kurve geht durch P5
N104: Kurve geht durch P6
N105: Kurve geht durch P7
Wenn die Kurve anders ist als gewünscht, müssen mehrere Punkte zugefügt werden.
N106: Kurve geht durch P9 und tangiert an Linie P8-P9.
N107: Neue Kurve mit scharfem Übergang wird definiert. Erstes Kurvenelement fängt an in P9 und tangiert an P9-P10 und an P11-P12. Endpunkt ist P12.
N108: Neue Kurve mit tangentialen Übergang wird definiert. Erstes Kurvenelement fängt an in P12 und tangiert an P12-P13 und an P14-P15. Endpunkt ist P15. Durch ändern von Abstand P14-P15 kann der Krümmungsradius in P15 angepaßt werden.
N109: Zurück zum Anfangsposition

Hinweis: Bei G6 müssen gleiche Koordinaten in zwei Sätzen unterschiedlich sein (Z0 und Z0.001)

Hinweise und Verwendung bei kubischen Splines

Eine gute Kenntnis der kubischen Spline-Koeffizienten ist erforderlich. Die Berechnungen werden meist von einem **CAD-System** durchgeführt, wobei auch die Werkzeugbahn erzeugt wird.

POLYNOMISCHER AUSDRUCK FÜR KUBISCHE SPLINES

Im CNC Pilot-System wird die kubische Spline durch einen polynomischen Ausdruck definiert.

Für die X-Achse, zum Beispiel, lautet der polynomische Ausdruck für die kubische Spline:

X=[X53=]*t^3 + [X52=]*t^2 + [X51=]*t

wobei t ein Parameter bei 0<t>1 ist.

Für die weiteren Achsen wird der gleiche polynomische Ausdruck mit den programmierten Koeffizienten verwendet, und der gleiche Parameter t für alle Achsen.

Diese drei polynomischen Ausdrücke definieren ein Stück der Oberfläche im Raum.

BESTIMMUNG DER KOEFFIZIENTEN

Die Koeffizienten des polynomischen Ausdrucks kubischer Splines lassen sich nicht auf einfache Weise errechnen. Eine gute Kenntnis der Spline-Koeffizienten ist erforderlich. Die Berechnungen werden meist von einem CAD-System durchgeführt, wobei auch die Werkzeugbahn erzeugt wird.

TANGENTIALE KONTINUITÄT AM ANFANG DER SPLINE

Wenn die Koeffizienten 1. Ordnung nicht programmiert sind, so wird die Tangente am Ende der vorherigen Spline als die Tangente am Anfang der Spline verwendet. Die fehlenden Koeffizienten werden aus dieser Tangente errechnet.

KONSTANTE KRÜMMUNG

Wenn die Koeffizienten 1. und 2. Ordnung nicht programmiert sind, so wird eine konstante Krümmung zwischen den Splines vorausgesetzt. Die fehlenden Koeffizienten werden von der Steuerung errechnet.

Hinweis: Die Koeffizienten können nur weggelassen werden, falls sie sich aus den vorherigen Spline-Sätzen errechnen lassen.

STARTEN MIT EINER GRUPPE KUBISCHER SPLINES

Wenn eine Kurve oder Oberfläche durch eine Gruppe von G6-Sätzen mit kubischen Splines definiert ist, so muß die erste Spline mit allen drei Koeffizienten programmiert werden.

Hinweise und Verwendung bei beiden Spline-Typen

MISCHEN VON BEZIER- UND KUBISCHEN SPLINES
Beide Typen von Splines können beliebig gemischt werden.

GRAFISCHE SIMULATION
Die Splines lassen sich im Synchron-Grafik darstellen. In den weiteren Grafikmodi wird die Spline-Funktion unterdrückt.

LÖSCHEN Die G6-Funktion wird durch G0, G1, G2/G3 , Programmende (M30), Softkey Programm abbrechen oder nach Softkey CNC rücksetzen gelöscht.

EBENENAUSWAHL (G17/G18/G19)
Splines sind unabhängig von der ausgewählten Ebene. Die Punkte (Koeffizienten) bestimmen die Ebene in der die Spline hergestellt wird.

NULLPUNKTVERSCHIEBUNG (G92/G93)
Wenn zwischen den G6-Sätzen eine Nullpunktverschiebung programmiert ist, so wird diese bei den G6-Sätzen unterdrückt und bei den weiteren Sätzen berücksichtigt.

ACHSENDREHUNG (G92/G93 B4=..)
Achsendrehung wird bei den G6-Sätzen unterdrückt und bei den weiteren Sätzen berücksichtigt.

VERGRÖßERN/VERKLEINERN UND SPIEGELN (G73)
Vergrößern/Verkleinern und Spiegeln wird bei den G6-Sätzen unterdrückt und bei den weiteren Sätzen berücksichtigt.

ANFANG DER NÄCHSTEN BEWEGUNG
Im allgemeinen werden Vorschubbewegungen ohne Halt zwischen den Sätzen ausgeführt, was zu gerundeten Übergangen führt.

G28 und Parameter I3= erlauben die Auswahl zwischen Starten der nächsten Bewegung nach einem Werkzeug-Halt oder Ausführung ohne Halt zwischen den Bewegungen.

Für weitere Informationen sei auf die Funktion G28 VORSCHUBBEWEGUNGEN I3=0 oder 1 verwiesen.

EINSCHRÄNKUNGEN

1. Die Verwendung von Eckengenauigkeit (G28 I3=2 oder 3) und Vorschubbegrenzungen (G28 I6=) zusammen mit Spline-Funktionen ist nicht möglich.

2. Die Verwendung der BTR-Funktion zusammen mit Spline-Funktionen ist nicht möglich.

3. Während Geometrie-Betrieb (G64 wirksam) ist keine Spline-Interpolation zulässig.

ART DER FUNKTION modal

9. Polpunkt (Maßbezugspunkt) definieren G9 (ab V320)

Zweck

Programmierung eines Polpunktes. Wurde ein Polpunkt programmiert, beziehen sich Programmsätze mit polarer Programmierung (Winkel und Länge) nicht mehr auf den Nullpunkt, sondern auf den zuletzt programmierten Polpunkt.

Der Polpunkt wird in Abhängigkeit des modal gültigen Maßsystems G90/G91 programmiert. Darüber hinaus kann er wortweise absolut, inkremental oder gemischt absolut/inkremental programmiert werden.

Format

G17 aktiv: N.. G9 X.. Y.. {X90=...} {X91=...} {Y90=...} {Y91=...}
G18 aktiv: N.. G9 X.. Z.. {X90=...} {X91=...} {Z90=...} {Z91=...}
G19 aktiv: N.. G9 Y.. Z.. {Y90=...} {Y91=...} {Z90=...} {Z91=...}

Pol deaktivieren (gleich Werkstücknullpunkt)
N.. G9 X0 Y0

Polpunkt in Polarkoordinaten (G17, G18, G19 aktiv):
absolut:
N.. G9 B2=.. L2=.. {B1=..} {L1=..}

Parameter

Endpunktkoordinaten
X,Y,Z Polkoordinate
B1= Winkel
L1= Streckenlänge
B2= Polarwinkel
L2= Polarlänge

Wortweise Absolut-/Inkremental-Programmierung
X90=,Y90=,Z90= Polkoordinate absolut
X91=,Y91=,Z91= Polkoordinate inkremental

Zugehörige Funktion

G0, G1, G2, G3, G11, G40, G41, G42, G43, G61, G62, G64, G77, G78, G79, G92, G93, G145, Wortweise Absolut-/Inkremental-Programmierung (X90=.., X91=..)

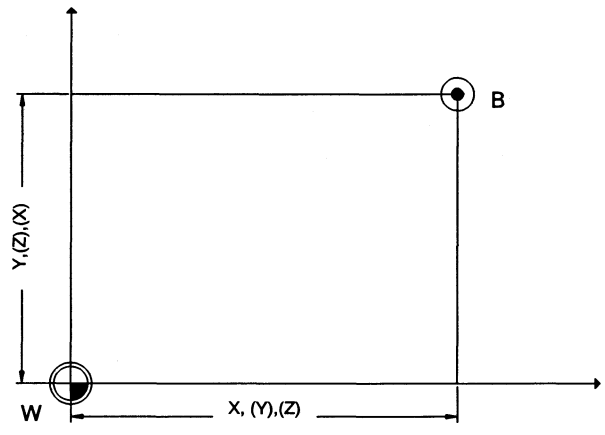
Art der Funktion

modal

Hinweise und Verwendung

Polpunkt in kartesischen Koordinaten:

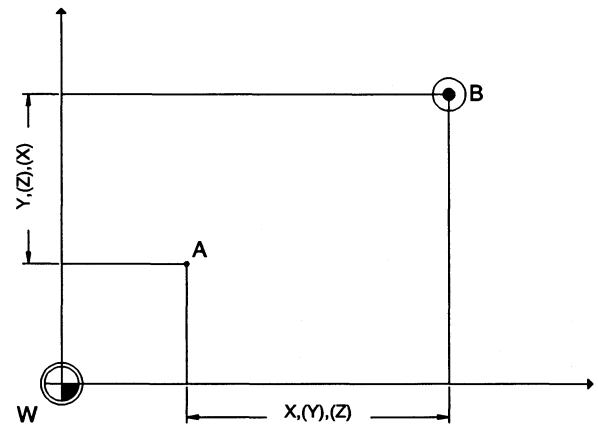
Polpunkt in absoluten Koordinaten:
Der programmierten Koordinaten beziehen sich auf den Werkstücknullpunkt.



B = Polpunkt

N.. G9 X.. Y..

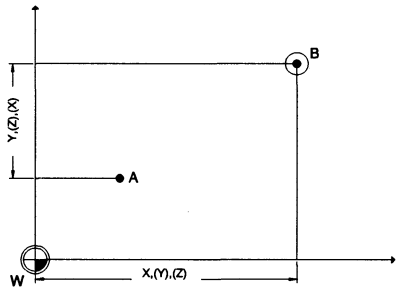
Polpunkt in inkrementalen Koordinaten:
Der programmierten Koordinaten beziehen sich auf die Istposition.

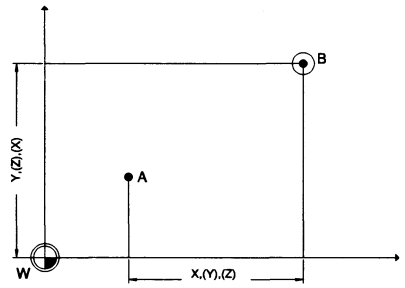


A = bestehender Polpunkt
B = neuer Polpunkt

N... G9 X91=... Y91=...

Polpunkt in gemischt absolut/inkremental Koordinaten:





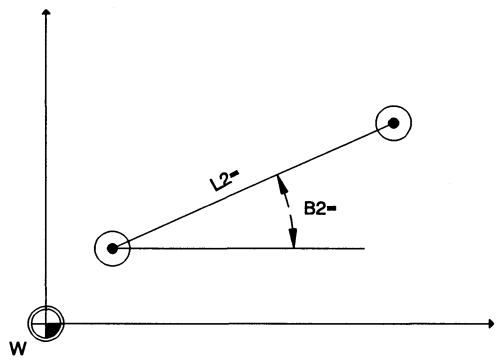
A = bestehender Polpunkt
B = neuer Polpunkt

N... G9 X... Y91=...

N.. G9 X91=.. Y..

Polpunkt in Polarkoordinaten (G17, G18, G19 aktiv):

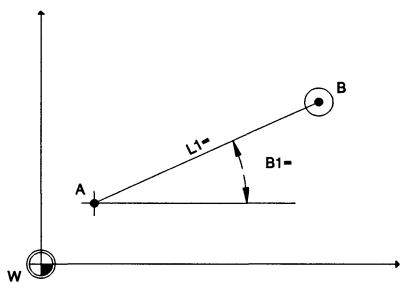
Polpunkt in absoluten polaren Koordinaten:
Die polaren Koordinaten B2= und L2= beziehen sich auf den zuletzt aktiven Polpunkt.



A = bestehender Polpunkt
B = neuer Polpunkt

N.. G9 B2=.. L2=..

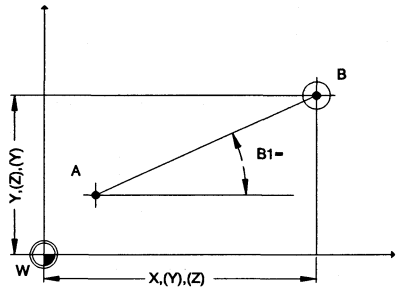
Polpunkt in inkrementalen polaren Koordinaten:
Die polaren Koordinaten B1= und L1= beziehen sich auf die Istposition.



A = Endpunkt letzter Bewegung
B = neuer Polpunkt

N.. G9 B1=.. L1=..

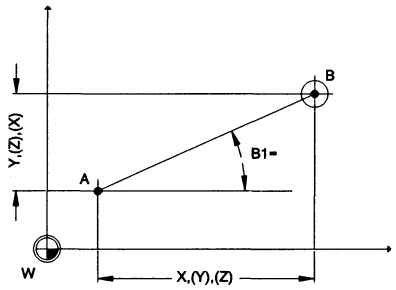
Gemischte Programmierung: kartesisch absolut/polar:



A = bestehender Polpunkt
B = neuer Polpunkt

N.. G9 X.. B1=..

Gemischte Programmierung: kartesisch inkremental/polar:



A = bestehender Polpunkt
B = neuer Polpunkt

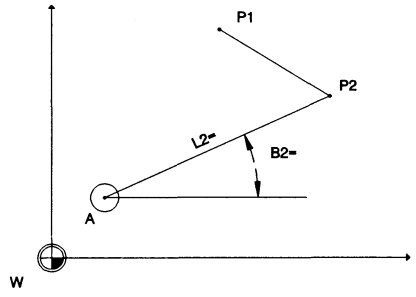
N.. G9 X91=.. B1=..

- Poldefinitionen sind nur in der aktiven Arbeitsebene zulässig
- vor Aufruf des G9 Satzes, liegt der Polpunkt am Werkstücknullpunkt (Polpunkt = 0)
- der Polpunkt ist modal wirksam
- der Polpunkt kann beliebig oft neu definiert werden.
- Bei Ebenenwechsel mit G17, G18, G19 wird der Polpunkt auf 0 (Null) gesetzt.

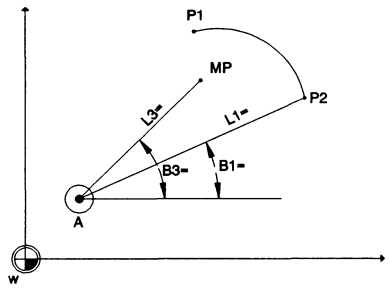
Endpunkt polar definieren:
Bei der absoluten, polaren Programmierung beziehen sich die Pollängen L2= bzw. L3= und Polarwinkeln B2= bzw. B3= nicht mehr auf den Nullpunkt, sondern auf den Polpunkt.

Falls kein Polpunkt definiert wurde, ist der Polpunkt = 0 (Null) und somit gleich dem aktiven Nullpunkt.

Polare Punktedefinition
Polare Punktedefinition mit Pol ist in folgenden G-Funktionen möglich:
G0, G1, G40..G44, G61, G62, G77, G78, G79, G145

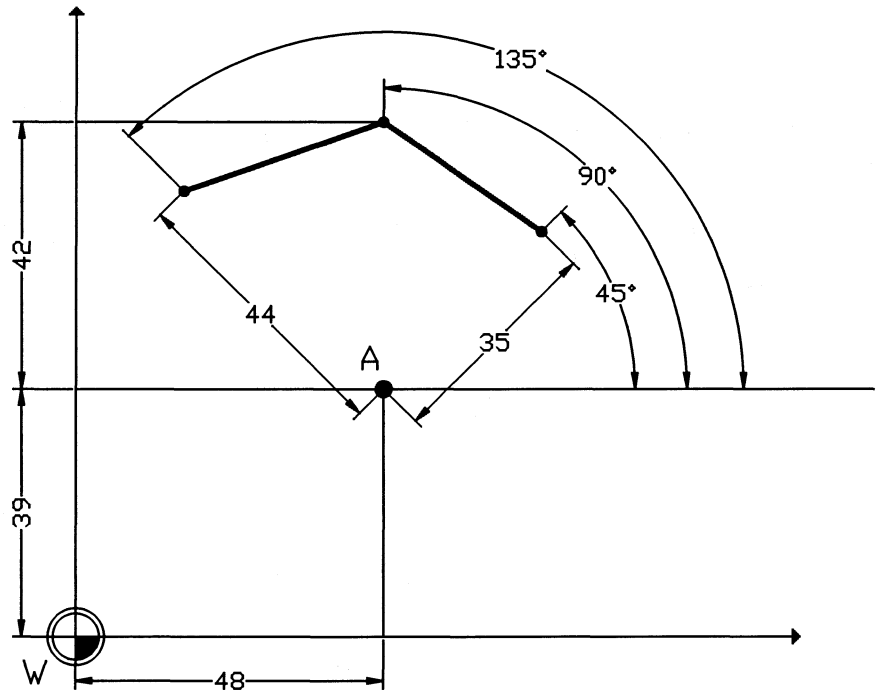


Polar Kreisdefinition
In G2- und G3-Sätzen können Mittel- und Endpunkt polar mit Polpunkt programmiert werden.



ICP/Geometrieberechnung G64
G1, G2 und G3-Sätze mit B2=, B3= und L3= Programmierung können innerhalb G64 und ICP programmiert werden. Sie beziehen sich auf den aktiven Polpunkt. Der Polpunkt selbst kann nur innerhalb G64 jedoch nicht innerhalb von ICP geändert werden.

Beispiel



B = neuer Polpunkt

N30 G9 X48 Y39
N40 G1 B2=135 L2=44
N50 G1 B2=90 L2=42
N60 G1 B2=45 L2=35

Erläuterung:
N30 Definition neuer Polpunkt
N40 Definition Endpunktkoordinate bezogen auf neuen Polpunkt

10. Ein-/Zwei-Punkt-Geometrie oder Zwei-Zug-Geometrie mit Fase oder Rundung G11

Bemerkung

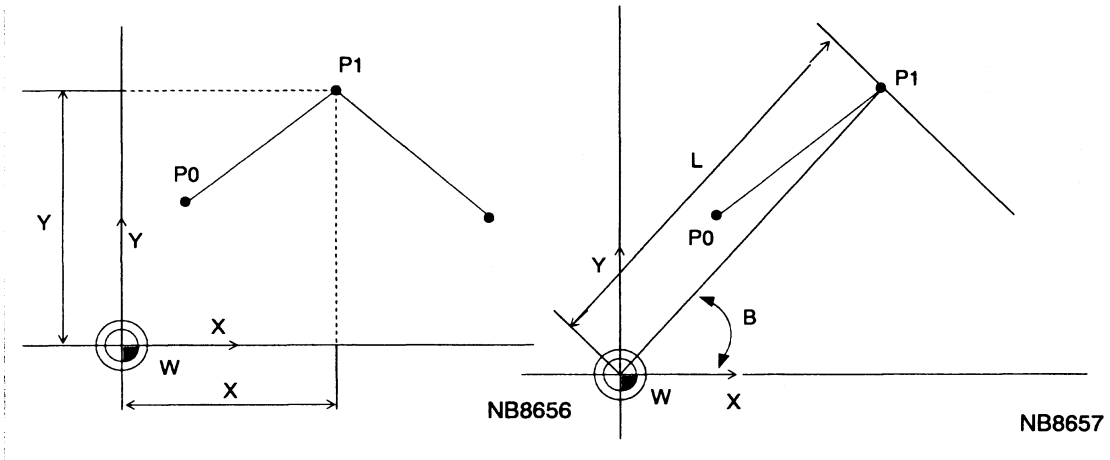
Die Anwendung der Funktion beschränkt sich nur noch auf Programme, die an früheren Steuerungen erstellt wurden.

Programme, bei denen Geometrieberechnungen erforderlich sind, kann der Bediener mit Hilfe der Interaktiven Konturprogrammierung (ICP) komfortabel erstellen.

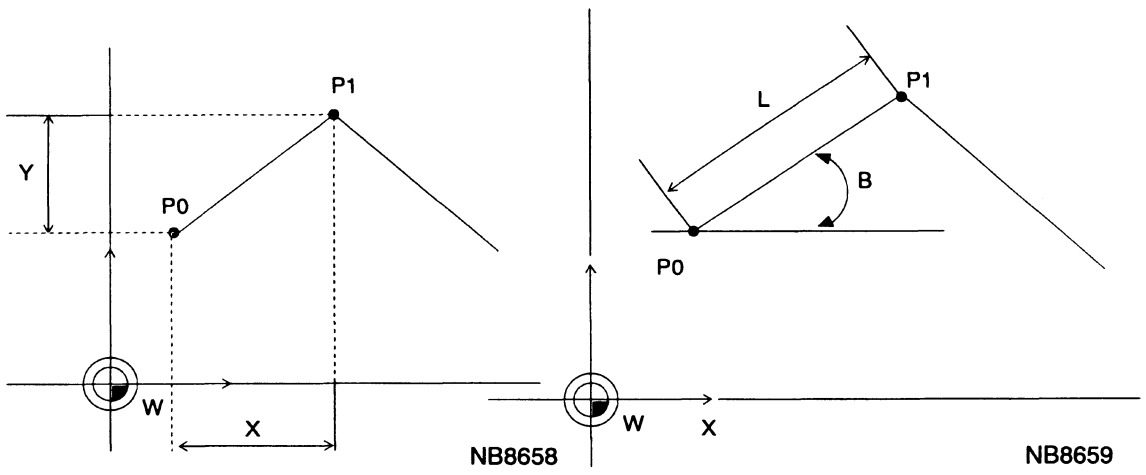
Zweck

1. Ein-Punkt-Geometrie

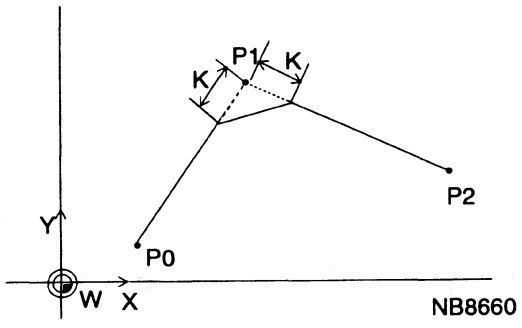
Programmierung in einem Satz:
- des Endpunktes einer linearen Bewegung
- einer symmetrischen Fase oder Rundung zwischen dieser und der nächsten linearen Bewegung (falls notwendig)



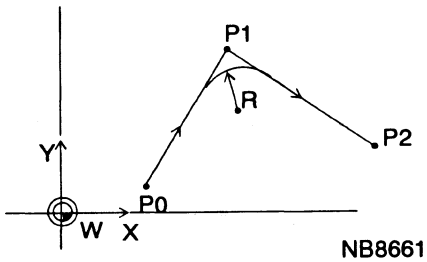
Absolute Koordinaten (G90)



Inkrementale Koordinaten (G91)



NB8660



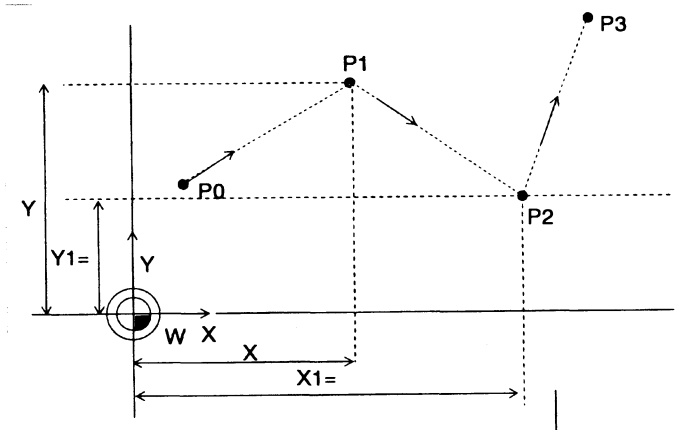
NB8661

Fase oder Rundung bei Ein-Punkt-Geometrie

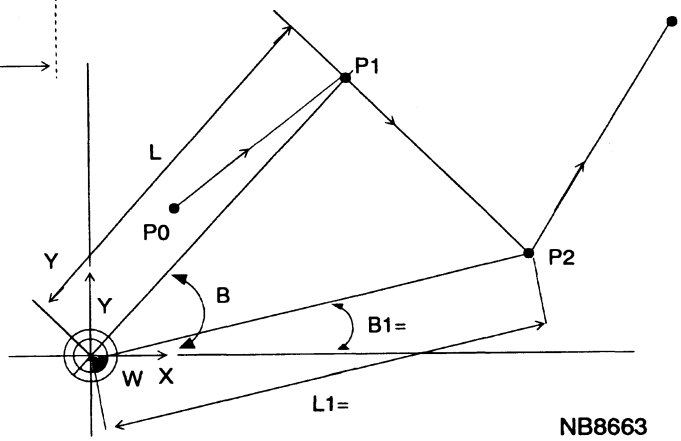
2. Zwei-Punkt-Geometrie

Programmierung in einem Satz:

- der Endpunkte zweier separater linearer Bewegungen
- einer symmetrischen Fase oder Rundung zwischen diesen Bewegungen (falls notwendig)
- einer symmetrischen Fase oder Rundung zwischen der letzten und der nächsten linearen Bewegung (falls notwendig)

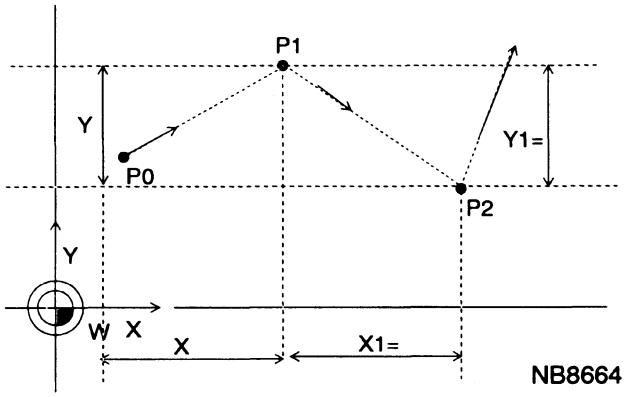


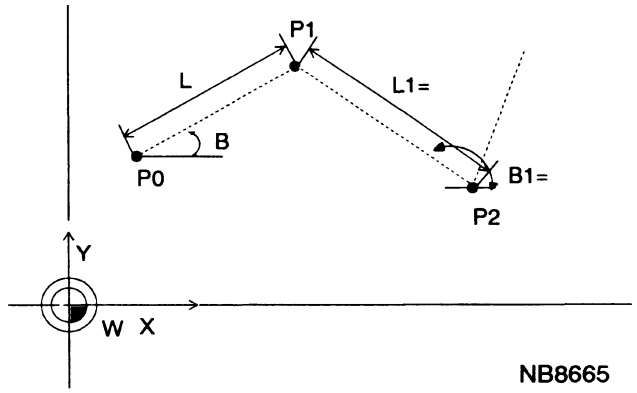
NB8662



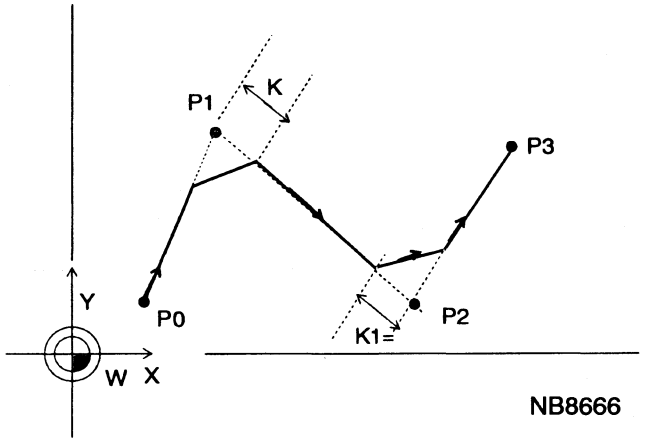
NB8663

Absolute Koordinaten (G90)

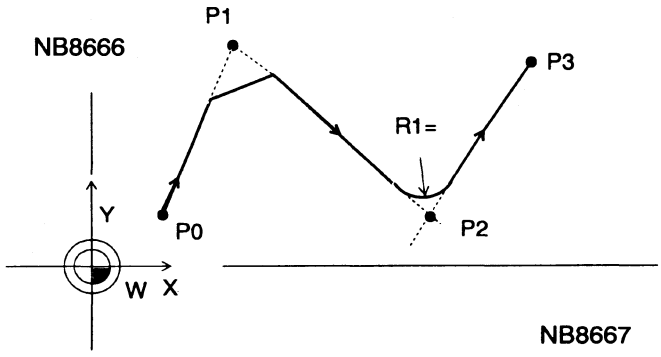




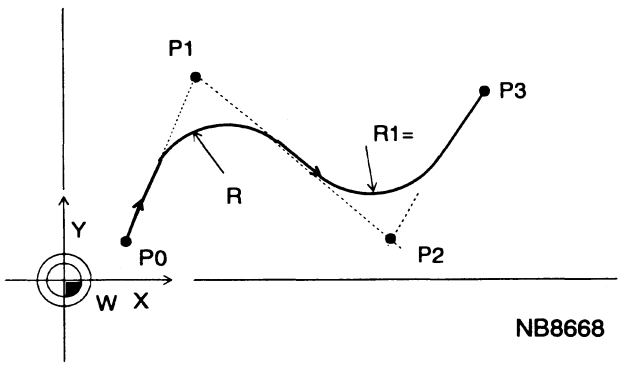
Inkrementale Koordinaten (G91)



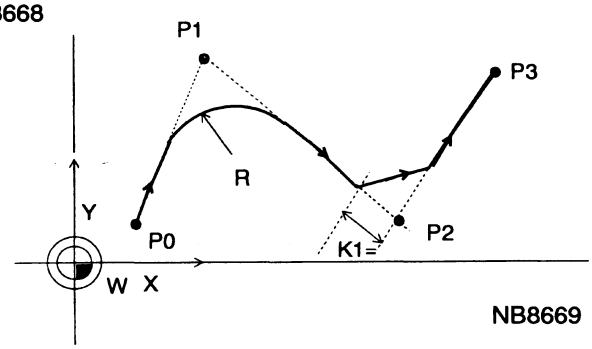
NB8666



NB8667



NB8668

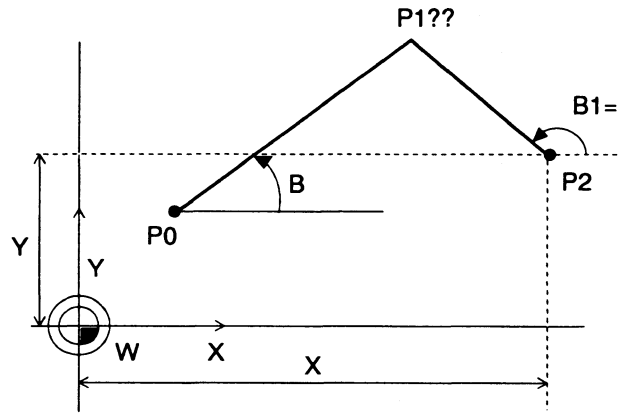


NB8669

Fasen oder Rundungen bei Zwei-Punkt-Geometrie

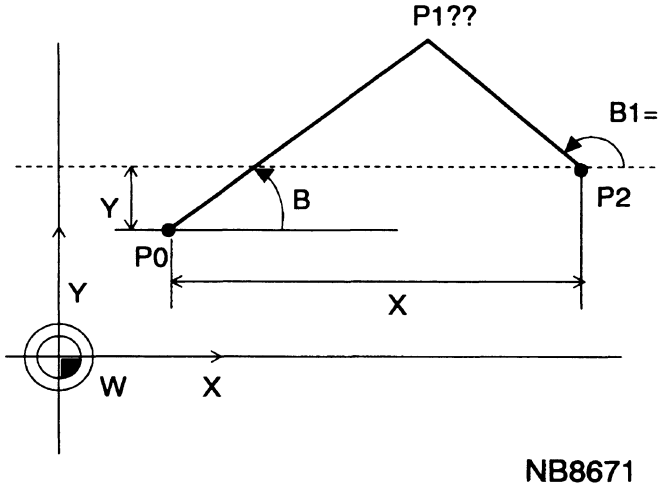
3. Zwei-Zug-Geometrie

Programmierung in einem Satz zweier separater linearer Bewegungen:
- die erste lineare Bewegung mit dem Winkel mit der Hauptachse
- die zweite lineare Bewegung mit dem Endpunkt und dem Winkel mit der Hauptachse
- eine symmetrische Fase oder Rundung zwischen diesen Bewegungen (falls notwendig)
- eine symmetrische Fase oder Rundung zwischen der letzten und der nächsten linearen Bewegung (falls notwendig)



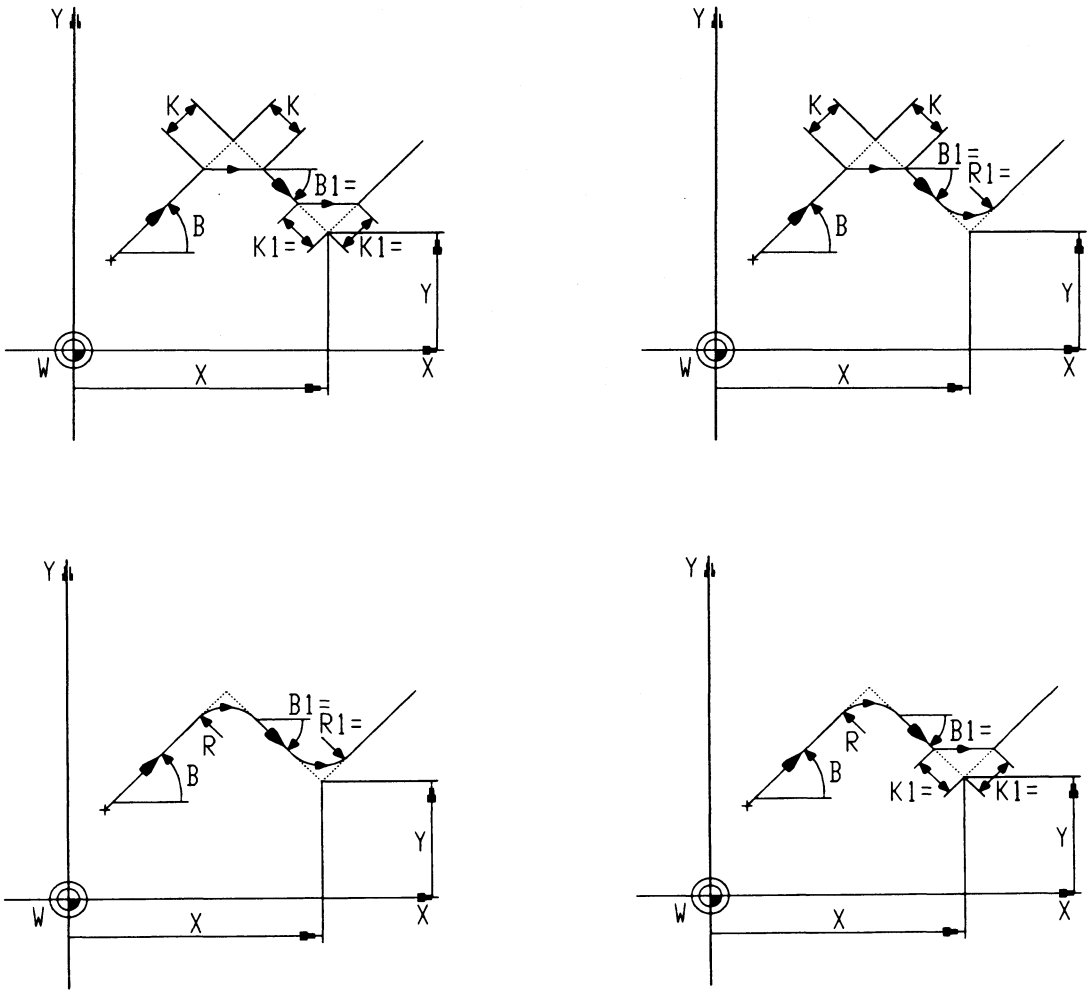
NB8670

Absolute Koordinaten (G90)



NB8671

Inkrementale Koordinaten (G91)



Fasen oder Rundungen bei Zwei-Zug-Geometrie

Formate

Ein-Punkt-Geometrie (XY-Ebene)

N... G11 X... Y... {Z...} {K...} {R...} {F...}

N... G11 B... L... {Z...} {K...} {R...} {F...}

Zwei-Punkt-Geometrie (XY-Ebene)

N... G11 X... Y... X1=... Y1=... {K...} {R...} {K1=...} {R1=...} {F...}

N... G11 B... L... X1=... Y1=... {K...} {R...} {K1=...} {R1=...} {F...}

N... G11 X... Y... B1=... L1=... {K...} {R...} {K1=...} {R1=...} {F...}

N... G11 B... L... B1=... L1=... {K...} {R...} {K1=...} {R1=...} {F...}

Zwei-Zug-Geometrie (XY-Ebene)

N... G11 B... X... Y.. B1=... {K...} {R...} {K1=...} {R1=...} {F...}

Parameter

Ein-Punkt-Geometrie

X,Y,Z	Linearachsenkoordinaten (absolut/inkremental)	
P	Nummer der Punktedefinition	
P1=	Nummer der Punktedefinition	
B	G90 aktiv :	Winkel, der die Gerade durch den Nullpunkt W und den Endpunkt mit der X-Achse (G17 bzw. G18) oder der -Z-Achse (G19) bildet.
	G91 aktiv :	Winkel, der die Gerade mit der X-Achse (G17 bzw. G18) oder der -Z-Achse (G19) bildet.
L	G90 aktiv :	Länge, gemessen vom Nullpunkt W zum Endpunkt.
	G91 aktiv :	Länge, gemessen von der letzten Werkzeuglage zum Endpunkt

Zwei-Punkt-Geometrie

X,Y,Z	Linearachsenkoordinaten des ersten Punktes (absolut/inkremental). Es darf keine Werkzeugachse programmiert werden.	
P1=	Nummer der Punktedefinition des ersten Punktes.	
B	G90 aktiv :	Winkel, der die Gerade durch den Nullpunkt W und den ersten Endpunkt mit der X-Achse (G17 bzw. G18) oder der -Z-Achse (G19) bildet.
	G91 aktiv :	Winkel, der die erste Gerade mit der X-Achse (G17 bzw. G18) oder der -Z-Achse (G19) bildet.
L	G90 aktiv :	Länge, gemessen vom Nullpunkt W zum ersten Endpunkt.
	G91 aktiv :	Länge, gemessen von der letzten Werkzeuglage zum ersten Endpunkt.
X1=,Y1=,Z1=	Linearachsenkoordinaten des zweiten Punktes (absolut/inkremental). Es darf keine Werkzeugachse programmiert werden.	
P2=	Nummer der Punktedefinition des zweiten Punktes.	
B1=	G90 aktiv :	Winkel, der die Gerade durch den Nullpunkt W und den zweiten Endpunkt mit der X-Achse (G17 bzw. G18) oder der -Z-Achse (G19) bildet.
	G91 aktiv :	Winkel, der die zweite Gerade mit der X-Achse (G17 bzw. G18) oder der -Z-Achse (G19) bildet.
L1=	G90 aktiv :	Länge, gemessen vom Nullpunkt W zum zweiten Endpunkt.
	G91 aktiv :	Länge, gemessen vom ersten zum zweiten Endpunkt.

Zwei-Zug-Geometrie

X,Y,Z	Linearachsen-Endpunktkoordinaten der zweiten Geraden (absolut/inkremental). Es darf keine Werkzeugachse programmiert werden.
P	Nummer der Punktedefinition des Endpunktes der zweiten Geraden.
P1=	Nummer der Punktedefinition des Endpunktes der zweiten Geraden.
B	Winkel, der die erste Gerade mit der X-Achse (G17 bzw. G18) oder der -Z-Achse (G19) bildet.
B1=	Winkel, der die zweite Gerade mit der X-Achse (G17 bzw. G18) oder der -Z-Achse (G19) bildet.

Wörter für Fase oder Rundung in den drei Fällen

K	Größe der ersten Fase
R	Radius der ersten Rundung
K1=	Größe der zweiten Fase
R1=	Radius der zweiten Rundung

Modale Wörter

F, S, T, H, M, E...=
T1=, T2=

Art der Funktion

Nicht modal

Zugehörige Funktionen

G1

Hinweise und Verwendung

VORSCHUB

Sämtliche in einem G11-Satz programmierte Verfahrbewegungen werden mit der zuletzt programmierten Vorschub ausgeführt, sofern kein neuer Vorschub im G11-Satz angegeben ist.

UNMITTELBAR NACH EINEM G11-SATZ FOLGENDE BEWEGUNG

Wenn eine zweite Fase (K1=) oder eine zweite Rundung (R1=) programmiert ist, so muß der unmittelbar nach dem G11-Satz folgende Satz entweder die Funktion G1 oder G11 enthalten.

Wenn unmittelbar nach dem G11-Satz ein G1-Satz programmiert ist, so müssen beide Endpunktkoordinaten (z.B. X.. und Y..) angegeben werden.

PROGRAMMIERUNG DER WERKZEUGACHSE BEI G11

Die **Ein-Punkt-Geometrie** erlaubt es, die Werkzeugachse mit den Endpunktkoordinaten zu programmieren. Die Verfahrbewegung in den drei Achsen erfolgt bevor die im gleichen G11-Satz programmierte Fase oder Rundung ausgeführt wird.

Bei der **Zwei-Punkt- oder Zwei-Zug-Geometrie** darf keine Werkzeugachse programmiert werden.

EINSCHRÄNKUNG

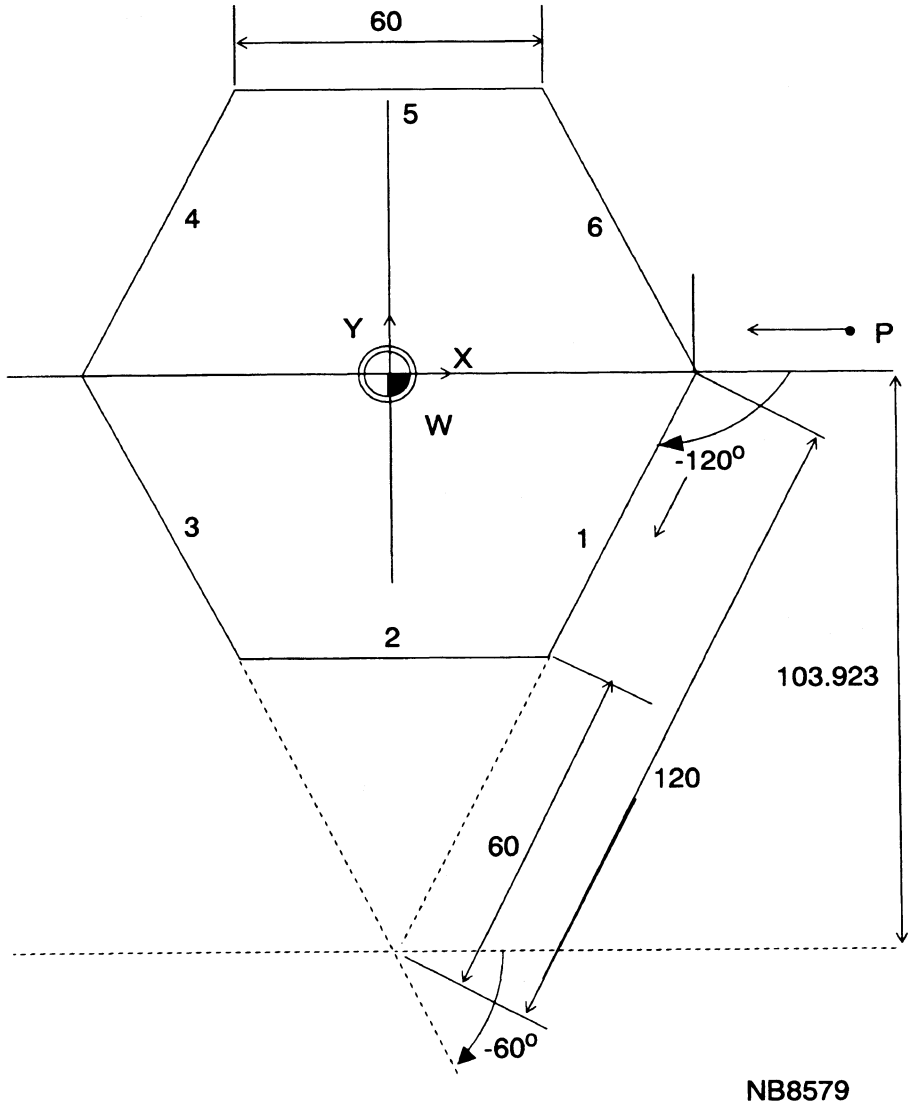
1. Die G11-Funktion darf nicht bei Geometrieberechnungen (G64 aktiv) eingesetzt werden.

2. Die G11-Funktion darf nicht zum Definieren einer Tasche oder Inselkontur beim Universal-Taschenzyklus (G200 bis G208) eingesetzt werden.

3. Die G11-Funktion darf nicht in Verbindung mit einer programmierten Werkzeugachse verwendet werden, anderenfalls kann bei der Programmabarbeitung die Betriebsfehlermeldung P01 und/oder P34 ausgelost werden.

Beispiele

BEISPIEL 1. Ein-Punkt-Geometrie



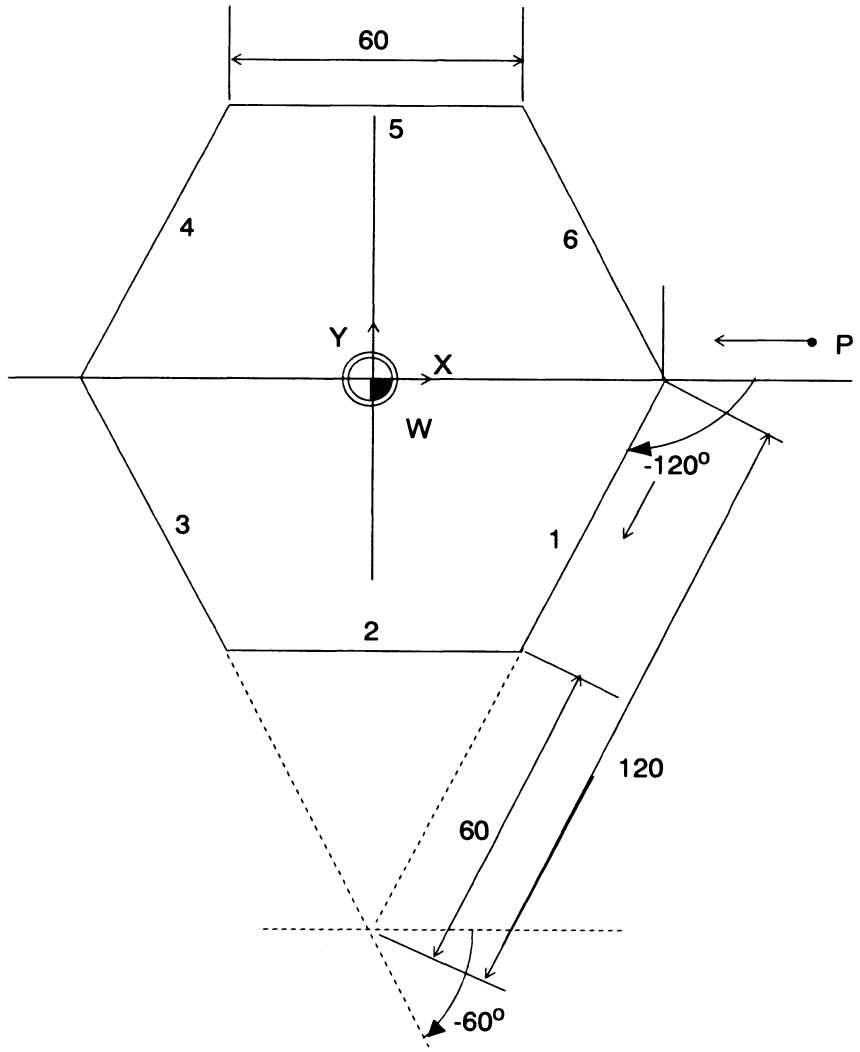
Das regelmäßige Sechseck soll an der Außenseite der Werkstückoberfläche gefräst werden. Es kommt die Ein-Punkt-Geometrie mit Winkel zur Anwendung. Die Seiten 2 und 4 werden als Fasen programmiert.

```
N9010
N1 G17 T1 M6
N2 G0 X100 Y10 Z-10 S1000 M3
N3 G1 F300
N4 G43 X60
N5 G41 Y0
N6 G11 B-90 L103.923 K60
N7 G11 B150 L103.923 K60
N8 G11 B60 L60
N9 G11 B0 L60
N10 G40
N11 G1 X100 Y10
N12 G0 Z100 M30
```

Erläuterung:

N9010	:	Programmnummer
N1	:	Hauptebene aktivieren. Werkzeug einwechseln
N2	:	Spindel einschalten. Werkzeug zum Punkt P und danach auf Bearbeitungstiefe bewegen
N3	:	Vorschub mit 300 mm/min festlegen
N4	:	Werkzeug BIS zur Ecke des Sechsecks fahren
N5	:	Radiuskorrektur LINKS aufrufen
N6	:	Die Seiten 1 und 2 werden gefräst Es sind programmiert worden: - der Schnittpunkt der Seiten 1 und 3 - die Fase (K-Wort) um diesen Punkt
N7	:	Die Seiten 3 und 4 werden gefräst Es sind programmiert worden: - der Schnittpunkt der Seiten 3 und 5 - die Fase (K-Wort) um diesen Punkt
N8	:	Die Seite 5 wird gefräst
N9	:	Die Seite 6 wird gefräst
N10	:	Radiuskorrektur löschen
N11	:	Werkzeug vom Werkstück wegbewegen
N12	:	Werkzeugrückzug und Programmende

BEISPIEL 2. Zwei-Punkt-Geometrie



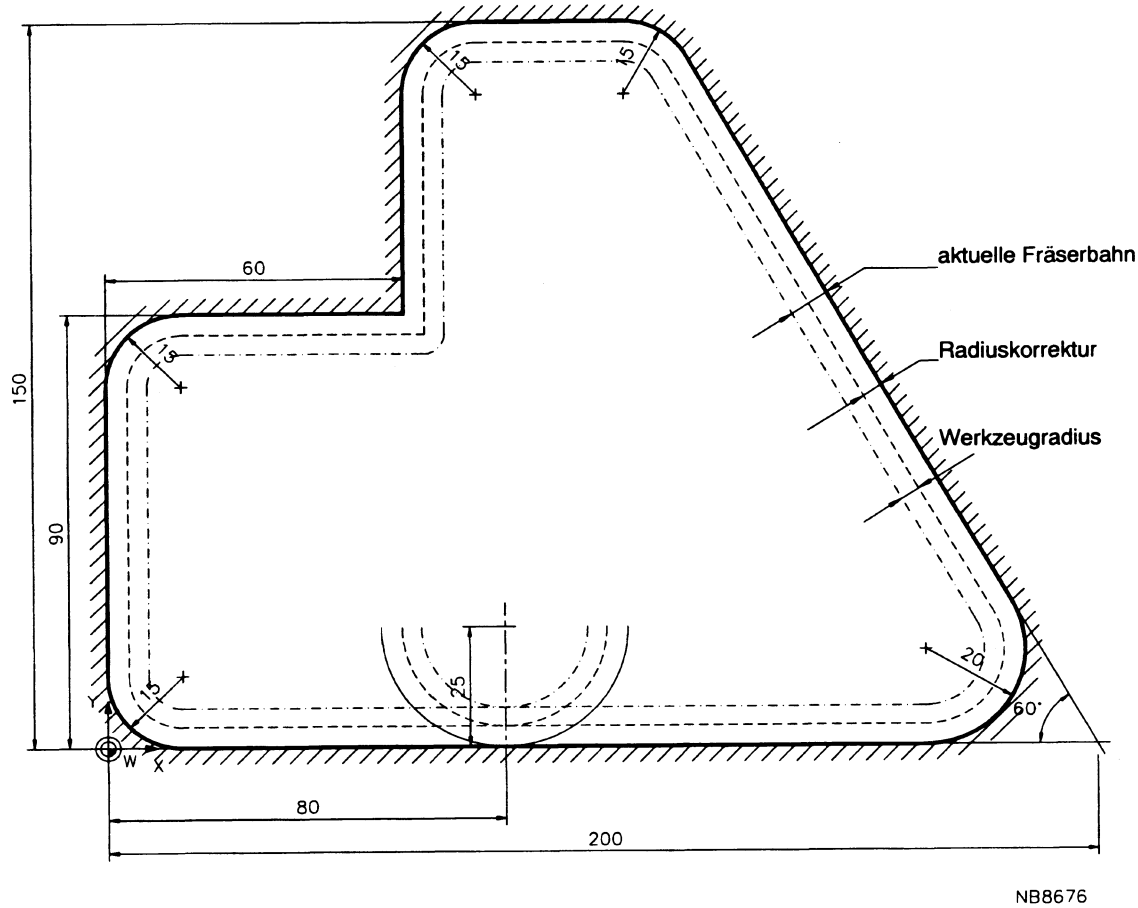
Das regelmäßige Sechseck soll an der Außenseite der Werkstückoberfläche gefräst werden. Es kommt die Zwei-Punkt-Geometrie mit Winkeln und Inkrementen zur Anwendung. Die Seiten 2 und 5 werden als Fasen programmiert.

```
N9011
N1 G17 T1 M6
N2 G0 X100 Y10 Z-10 S1000 M3
N3 G1 F300
N4 G43 X60
N5 G41 Y0
N6 G91
N7 G11 B-120 L120 K60 B1=-120 L1=120
N8 G11 B60 L120 K60 B1=-60 L1=120
N9 G40
N10 G90
N11 G1 X100 Y10
N12 Z10 M30
```

Erläuterung:

N9011	:	Programmnummer
N1	:	Hauptebene aktivieren. Werkzeug einwechseln
N2	:	Spindel einschalten. Werkzeug zum Punkt P und danach auf Bearbeitungstiefe bewegen
N3	:	Linearbewegung eingeben und Vorschub festlegen
N4	:	Werkzeug BIS zur Ecke des Sechsecks fahren
N5	:	Radiuskorrektur LINKS aufrufen
N6	:	Umschalten auf Inkrementalmaßprogrammierung. Die Längenwerte in den nächsten Sätzen werden von der vorherigen Werkzeuglage aus gemessen
N7	:	Die Seiten 1, 2 und 3 werden gefräst. Es sind programmiert worden: - der Schnittpunkt der Seiten 1 und 3 (B und L) - die Fase (K-Wort) um diesen Punkt - der Endpunkt der Seite 3 (B1= und L1=).
N8	:	Die Seiten 4, 5 und 6 werden gefräst. Es sind programmiert worden: - der Schnittpunkt der Seiten 4 und 6 (B und L), - die Fase (K-Wort) um diesen Punkt - der Endpunkt der Seite 6 (B1= und L1=)
N9	:	Radiuskorrektur löschen
N10	:	Zurückschalten auf Absolutmaßprogrammierung
N11	:	Werkzeug vom Werkstück wegbewegen
N12	:	Programmende

BEISPIEL 3. Zwei-Zug-Geometrie



Die Innentasche kann mit Hilfe der G11-Funktion im Zwei-Zug-Geometriebetrieb programmiert werden.

```
N9012
N1 G17
N2 X80 Y25 Z0 T1 M6
N3 G1 Z-10 F500 S1000 M3
N4 G43 X105
N5 G42
N6 G2 X80 Y0 R25 F300
N7 G11 X0 Y90 B180 B1=90 R15 R1=15
N8 G11 X60 Y150 B0 B1=90 R1=15
N9 G11 X200 Y0 B0 B1=120 R15 R1=20
N10 G1 X80 Y0
N11 G2 X55 Y25 R25
N12 G40
N13 G0 Z200 M30
```

Erläuterung:

N9012	:	Programmnummer
N1	:	XY-Ebene aktivieren (G17)
N2	:	Werkzeug 1 einwechseln (Fräser Durchmesser 10 mm). Werkzeug zum Punkt B und danach oberhalb des Werkstücks fahren
N3	:	Spindel einschalten und Werkzeug auf Bearbeitungstiefe bewegen
N4	:	Werkzeug BIS zum Startpunkt des Eintrittskreises fahren
N5	:	Radiuskorrektur RECHTS aufrufen
N6	:	Die Kontur über den Eintrittskreis anfahren
N7	:	Fräsen- entlang der X-Achse (B180) - entlang dem Radius (R15) - entlang der Y-Achse (B1=90) - entlang dem zweiten Radius (R1=15).
N8	:	Fräsen- parallel zur X-Achse (B0) - parallel zur Y-Achse (B1=90) - entlang dem zweiten Radius (R1=15)
N9	:	Fräsen - parallel zur X-Achse (B0) - den ersten Radius verfolgen (R15) - entlang der 60-Rampe (B1=120) - den zweiten Radius verfolgen (R20)
N10	:	Entlang der X-Achse fräsen, bis zum Startpunkt der Kreisbewegung, mit der die Kontur verlassen wird
N11	:	Die Kontur mit einer Kreisbewegung verlassen
N12	:	Radiuskorrektur löschen
N13	:	Werkzeugrückzug. Programmende

11. Wiederholfunktion G14

Zweck

Wiederholen einer bestimmten Anzahl von Sätzen in einem Teile- oder Unterprogramm.

Format

N... G14 N1=... {N2=...} {J...} {K...}

Parameter

N1= Wiederholung Anfangsatznummer
N2= Wiederholung Endsatznummer
J Anzahl der Wiederholungen
K Wiederholungsreduzierwert
ENNN= Parameterdefinition

Modale Parameter

E...= Definition des E-Parameters

Art der Funktion

Nicht modal

Zugehörige Funktionen

G22, G29

Hinweise und Verwendung

SATZNUMMERN DER WIEDERHOLFOLGE (N1=, N2=)

Die Satznummern N1= und N2= müssen beide im gleichen Teileprogramm oder Unterprogramm enthalten sein.

Wenn N2= nicht programmiert ist, so wird nur der mit N1= gekennzeichnete Satz entsprechend den Angaben wiederholt.

REIHENFOLGE DER ZU WIEDERHOLENDEN SÄTZE

Die Reihenfolge, in der die Sätze im Wiederholverfahren ausgeführt werden, muß der ursprünglich programmierten Reihenfolge entsprechen. Folglich muß im Programmsatz N1=.. vor N2=.. stehen.

ANZAHL DER WIEDERHOLUNGEN (J)

Die Anzahl der Wiederholungen wird mit dem J-Wort programmiert. Das J-Wort ist nicht notwendigerweise eine Ganzzahl. Der Ganzteil, d.h. der Teil vor dem Dezimalkomma, dient zur Angabe der Anzahl der Wiederholungen.

Wenn die Zahl der Wiederholungen nicht programmiert ist (das J-Wort fehlt), so wird die Satzfolge nur einmal wiederholt.

WIEDERHOLDEKREMENT (K)

Mit dem K-Wort kann das J-Wort neu berechnet und als Bedingung für die Wiederholung benutzt werden.

Wenn kein K-Wort programmiert ist, so wird das J-Wort nach jeder Wiederholung um 1 reduziert.

Bei K>0 wird der Wert dazu verwendet, das J-Wort zu reduzieren. Wird z.B. K5 programmiert, so wird das J-Wort nach jeder Wiederholung um 5 reduziert. Solange das J-Wort größer 0 ist, erfolgt eine Wiederholung.

Wird K<=0 programmiert, so erfolgt eine Fehlermeldung.

SCHACHTELN VON WIEDERHOLUNGEN

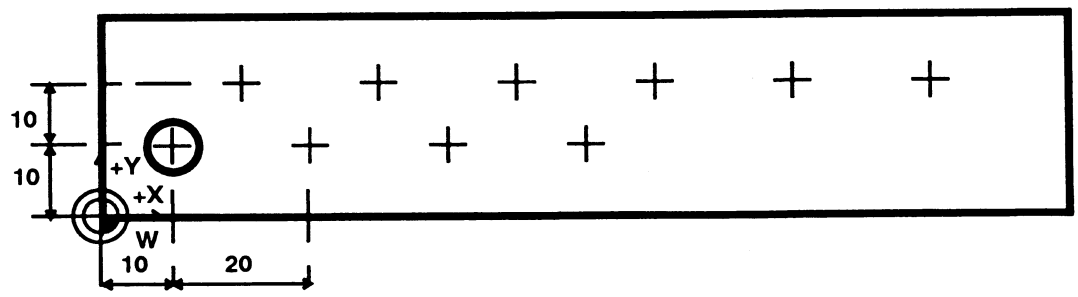
Eine sich wiederholende Satzfolge kann in eine andere sich wiederholende Satzfolge eingebunden werden (max. viermal).

FORTSETZUNG NACH DER WIEDERHOLUNG

Nachdem die Wiederholungen ausgeführt sind, wird die Programmausführung mit dem auf G14 folgenden Satz fortgesetzt.

Beispiel

BEISPIEL 1. Programmieren einer Wiederholfunktion




```
N1234
N1 G195 X-10 Y-10 Z10 I160 J50 K-30
N2 G99 X0 Y0 Z0 I140 J30 K-10
N3 G17
N4 T1 M6
N5 G81 Y5 Z-11.5 F0.2 S2000 M3
N6 G79 X10 Y10 Z0
N7 G79 L1=20 B1=0
N8 G14 N1=7 J2
N9 G92 X10 Y10
N10 G14 N1=6 N2=8
N11 G14 N1=7 N2=7 J2
N12 G93 X0 Y0
N13 G0 Z200
N14 M30
```

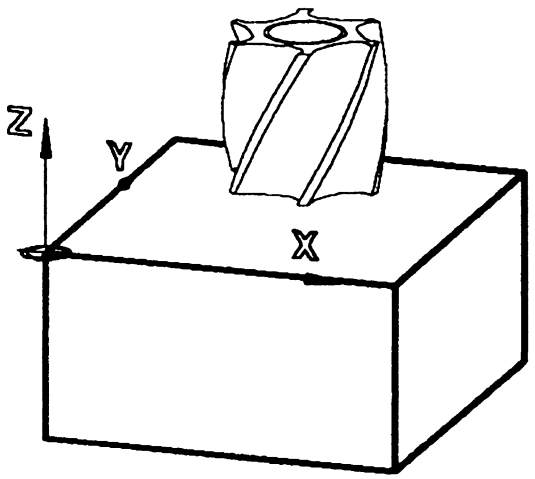
Erläuterung:

N1	:	Grafikfenster festlegen
N2	:	Material festlegen
N3	:	Hauptebene definieren
N4	:	Werkzeug 1 einwechseln (Bohrerdurchmesser 10 mm) und Korrekturen berücksichtigen.
N5	:	Festen Bohrzyklus definieren und Spindel einschalten
N6	:	Loch bohren
N7	:	Loch bohren mit Polarkoordinaten.
N8	:	Programmsätze N7..N8 werden zweimal wiederholt.
N9	:	Nullpunktverschiebung absolut
N10	:	Programmsätze N7..N8 werden einmal wiederholt.
N11	:	Programmsatz N7 wird zweimal wiederholt.
N12	:	Nullpunktverschiebung absolut
N13	:	Werkzeug auf Z200 zurückziehen
N14	:	Programmende.

12. Bearbeitungsebene XY, Werkzeug Z G17

Zweck

Die Lage der Werkzeugachse wird durch die Hauptspindel der Werkzeugmaschine bestimmt. G17 dient zur Angabe, daß die Werkzeugachse die Z-Achse und die Hauptebene für die Fräsarbeiten die XY-Ebene ist.



G17

Format

N... G17

Parameter

Modale Wörter
H, T1=

Art der Funktion

modal

Zugehörige Funktionen

G18/G19

Hinweise und Verwendung

EINSCHALTSTELLUNG

Beim erstmaligen Einschalten der Werkzeugmaschine oder nach Softkey CNC rücksetzen ist automatisch die durch MC11 (0=G17, 1=G18, 2=G19) bestimmte Ebene wirksam.
Beim normalen Einschalten ist immer die letzte aktive Ebene wirksam.

OPERATIONEN IN DER EBENE

Die für die Radiuskorrektur, Geometrie (G64), Polarkoordinaten, Fräszyklen, Taschenzyklen usw. erforderlichen Berechnungen werden in der aktuellen Ebene durchgeführt, also bei G17 in der XY-Ebene.

OPERATIONEN IN DER WERKZEUGACHSE

Die Werkzeuglängenkorrektur und die Festzyklen für Bohrarbeiten werden in der aktuellen Werkzeugachse ausgeführt, also bei G17 in der Z-Achse.

FRÄSKOPF

Bei Anwendung eines Fräskopfes bleibt die Achsenkonfiguration der Werkzeugmaschine unverändert. Das Werkzeug kann somit entweder in der Y- oder in der X-Achse stehen.

Mit G18 bzw. G19 wird angegeben, in welcher Achse das Werkzeug steht und welche die Bearbeitungsebene ist.
G18 : XZ-Ebene, Werkzeug in Y-Achse
G19 : YZ-Ebene, Werkzeug in X-Achse

Für die Programmierung eines Fräskopfes siehe die Beschreibung der Funktion G19.

WECHSELN DER BEARBEITUNGSEBENE

Beim Umschalten auf eine andere Ebene, d.h. beim Aktivieren von G18 oder G19, wird die Längenkorrektur in der Z-Achse gelöscht und in der zur ausgewählten Ebene gehörenden Werkzeugachse aktiviert.

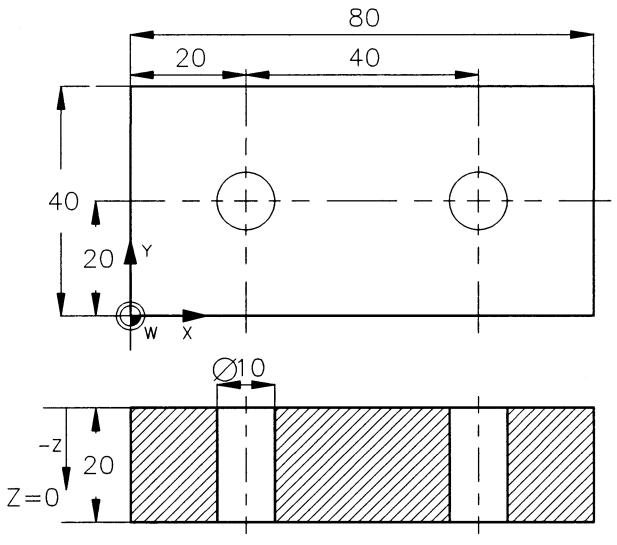
LÖSCHEN

Die Funktion G17 wird durch Umschalten auf eine andere Bearbeitungsebene mittels G18, G19 oder durch Softkey CNC rücksetzen gelöscht. Sie wird nicht durch Softkey Programm abbrechen gelöscht.

WERKZEUGKORREKTUREN

Die im Werkzeugspeicher enthaltenen Werkzeugmaße sind unabhängig von der ausgewählten Ebene.

Beispiel




```
N9001
N1 G17
N2 T1 M6
N3 G0 X20 Y20 Z1 F400 S1600 M3
N4 G1 Z-23.5
N5 G0 X60 Z1
N6 G1 Z-23.5
N7 G0 Z200 M30
```

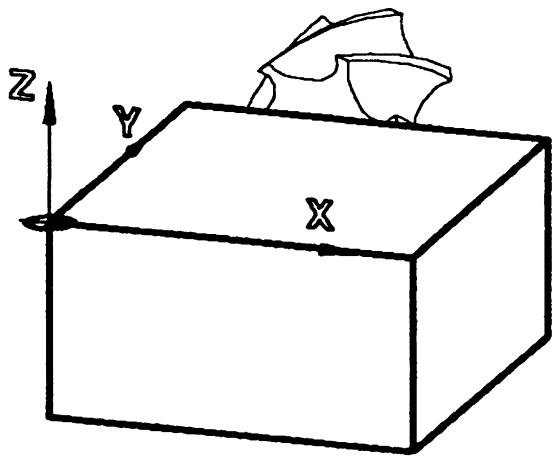
Erläuterung:

N1	:	Umschalten auf XY-Ebene (G17 wirksam).
N2	:	Werkzeug T1 (Bohr Durchmesser 10 mm) einwechseln und Korrekturen berücksichtigen.
N3	:	Werkzeug im Eilgang (G0) auf Sollposition fahren. Vorschub mit 400 mm/min festlegen. Spindel einschalten. Drehrichtung im Uhrzeigersinn (M3) bei 1600 U/min.
N4	:	Werkzeug auf programmierte Tiefe zustellen.
N5	:	Werkzeug auf Z1 zurückziehen und im Eilgang auf X60 fahren. Die Positionierlogik der CNC verhindert eine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück, weil das Werkzeug zunächst in der Z-Achse und danach in der X-Achse verfährt.
N6	:	Werkzeug auf programmierte Tiefe zustellen.
N7	:	Werkzeug auf Z200 zurückziehen. Programmende.

13. Bearbeitungsebene XZ, Werkzeug Y G18

Zweck

Die Lage der Werkzeugachse wird durch die Hauptspindel der Werkzeugmaschine bestimmt. G18 dient zur Angabe, daß die Werkzeugachse die Y-Achse und die Hauptebene für die Fräsarbeiten die XZ-Ebene ist.



G18

Format

N... G18

Zugehörige Funktionen

G17/G19

Parameter

Modale Wörter
H, T1=

Art der Funktion

modal

Hinweise und Verwendung

EINSCHALTSTELLUNG

Beim erstmaligen Einschalten der Werkzeugmaschine oder nach Softkey CNC rücksetzen ist automatisch die durch MC11 (0=G17, 1=G18, 2=G19) bestimmte Ebene wirksam.
Beim normalen Einschalten ist immer die letzte aktive Ebene wirksam.

OPERATIONEN IN DER EBENE

Die für die Radiuskorrektur, Geometrie (G64), Polarkoordinaten, Fräszyklen, Taschenzyklen usw. erforderlichen Berechnungen werden in der aktuellen Ebene durchgeführt, also bei G18 in der XZ-Ebene.

OPERATIONEN IN DER WERKZEUGACHSE

Die Werkzeuglängenkorrektur und die Festzyklen für Bohrarbeiten werden in der aktuellen Werkzeugachse ausgeführt, also bei G18 in der Y-Achse.

FRÄSKOPF

Bei Anwendung eines Fräskopfes bleibt die Achsenkonfiguration der Werkzeugmaschine unverändert. Das Werkzeug kann somit entweder in der Z- oder in der X-Achse stehen.

Mit G17 bzw. G19 wird angegeben, in welcher Achse das Werkzeug steht und welche die Bearbeitungsebene ist.
G17 : XY-Ebene, Werkzeug in Z-Achse
G19 : YZ-Ebene, Werkzeug in X-Achse

Für die Programmierung eines Fräskopfes siehe die Beschreibung der Funktion G19.

WECHSELN DER BEARBEITUNGSEBENE

Beim Umschalten auf eine andere Ebene, d.h. beim Aktivieren von G17 oder G19, wird die Längenkorrektur in der Y-Achse gelöscht und in der zur ausgewählten Ebene gehörenden Werkzeugachse aktiviert.

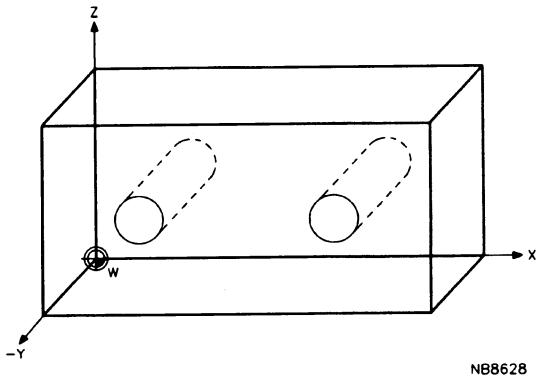
LÖSCHEN

Die Funktion G18 wird durch Umschalten auf eine andere Bearbeitungsebene mittels G17, G19 oder durch Softkey CNC rücksetzen gelöscht. Sie wird nicht durch Softkey Programm abbrechen gelöscht.

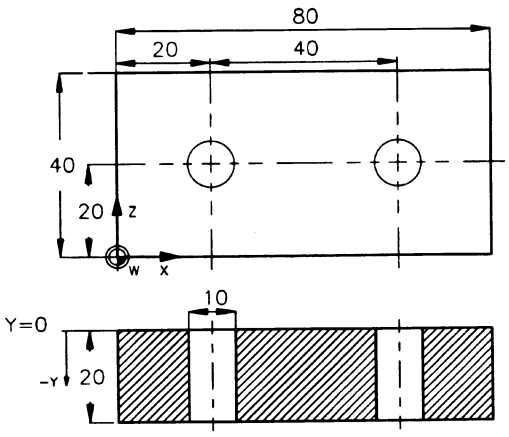
WERKZEUGKORREKTUREN

Die im Werkzeugspeicher enthaltenen Werkzeugmaße sind unabhängig von der ausgewählten Ebene.

Beispiel



NB8628



NB8629

```
N9002
N1 G18
N2 T2 M6
N3 G0 X20 Y1 Z20 F400 S1600 M3
N4 G1 Y-23.5
N5 G0 X60 Y1
N6 G1 Y-23.5
N7 G0 Y200 M30
```

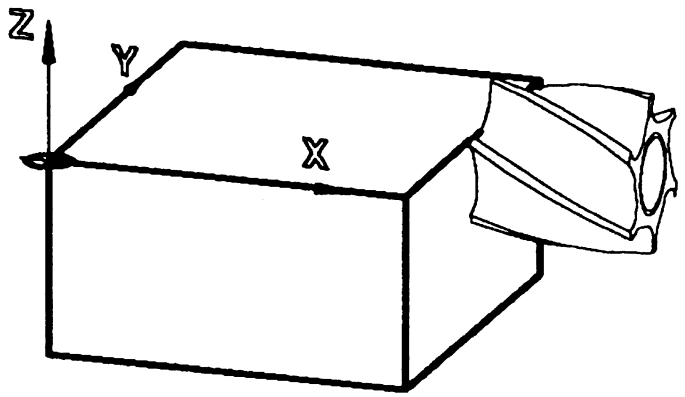
Erläuterung:

N1 : Umschalten auf XZ-Ebene (G18 wirksam).
N2 : Werkzeug T2 (Durchmesser 10 mm) einwechseln und Korrekturen berücksichtigen.
N3 : Werkzeug im Eilgang (G0) auf Sollposition fahren. Vorschub mit 400 mm/min festlegen. Spindel einschalten. Drehrichtung im Uhrzeigersinn (M3) bei 1600 U/min.
N4 : Werkzeug auf Tiefe zustellen.
N5 : Werkzeug auf Y1 zurückziehen und im Eilgang auf X60 fahren. Die Positionierlogik der CNC verhindert eine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück, weil das Werkzeug zunächst in der Y-Achse und danach in der X-Achse verfährt.
N6 : Werkzeug auf Tiefe zustellen.
N7 : Werkzeug auf Y200 zurückziehen.
Programmende.

14. Bearbeitungsebene YZ, Werkzeug X G19

Zweck

Die Lage der Werkzeugachse wird durch die Hauptspindel der Werkzeugmaschine bestimmt. G19 dient zur Angabe, daß die Werkzeugachse die X-Achse und die Hauptebene für die Fräsarbeiten die YZ-Ebene ist.



G19

Format

N... G19

Zugehörige Funktionen

G17/G18

Parameter

Modale Wörter
H, T1=

Art der Funktion

modal

Hinweise und Verwendung

EINSCHALTSTELLUNG

Beim erstmaligen Einschalten der Werkzeugmaschine oder nach Softkey CNC rücksetzen ist automatisch die durch MC11 (0=G17, 1=G18, 2=G19) bestimmte Ebene wirksam.
Beim normalen Einschalten ist immer die letzte aktive Ebene wirksam.

OPERATIONEN IN DER EBENE

Die für die Radiuskorrektur, Geometrie (G64), Polarkoordinaten, Fräszyklen, Taschenzyklen usw. erforderlichen Berechnungen werden in der aktuellen Ebene durchgeführt, also bei G19 in der YZ-Ebene.

OPERATIONEN IN DER WERKZEUGACHSE

Die Werkzeuglängenkorrektur und die Festzyklen für Bohrarbeiten werden in der aktuellen Werkzeugachse ausgeführt, also bei G19 in der X-Achse.

FRÄSKOPF

Bei Anwendung eines Fräskopfes bleibt die Achsenkonfiguration der Werkzeugmaschine unverändert. Das Werkzeug kann somit entweder in der Z- oder in der Y-Achse stehen.

Mit G17 bzw. G18 wird angegeben, in welcher Achse das Werkzeug steht und welche die Bearbeitungsebene ist.
G17 : XY-Ebene, Werkzeug in Z-Achse
G18 : XZ-Ebene, Werkzeug in Y-Achse
G19 : YZ-Ebene, Werkzeug in negative oder positive X-Achse

WECHSELN DER BEARBEITUNGSEBENE

Beim Umschalten auf eine andere Ebene, d.h. beim Aktivieren von G17 oder G18, wird die Längenkorrektur in der X-Achse gelöscht und in der zur ausgewählten Ebene gehörenden Werkzeugachse aktiviert.

LÖSCHEN

Die Funktion G19 wird durch Umschalten auf eine andere Bearbeitungsebene mittels G17, G18 oder durch Softkey CNC rücksetzen gelöscht. Sie wird nicht durch Softkey Programm abbrechen gelöscht.

WERKZEUGKORREKTUREN

Die im Werkzeugspeicher enthaltenen Werkzeugmaße sind unabhängig von der ausgewählten Ebene.

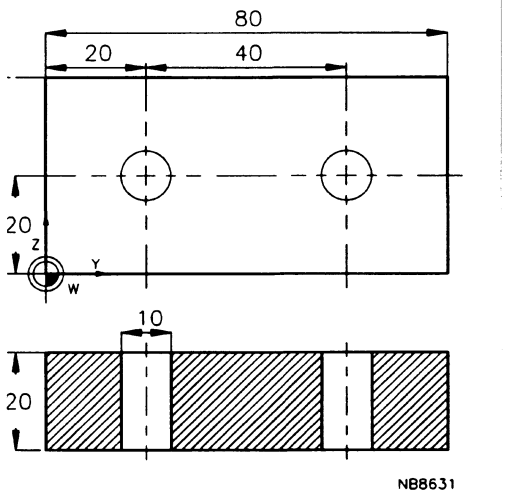
PROGRAMMIEREN EINES FRÄSKOPFES

Bei Verwendung eins Fräskopfes sind dessen Abmessungen zu programmieren. Zu diesem Zweck kann eine Nullpunktverschiebung (G92 oder G93) oder eine gespeicherte Nullpunktverschiebung (G54...G59) verwendet werden. Es empfiehlt sich die Verwendung einer gespeicherten Nullpunktverschiebung, weil das Teileprogramm in diesem Fall von den Abmessungen des Fräskopfes unabhängig ist.

WERKZEUG IN + ODER - RICHTUNG DER X-ACHSE

Vor allem bei einem Fräskopf in der X-Achse kann das Werkzeug in der positiven (+) oder negativen (-) Richtung der Achse stehen. Die Funktionen G66 und G67 dienen zur Angabe, in welcher Richtung das Werkzeug steht. Sie erlauben es dem Programmierer, immer in der gleichen Richtung auf die Bearbeitungsebene zu schauen.
Für Einzelheiten über die Verwendung der Funktionen G66/G67 sei auf die Beschreibung dieser Funktionen verwiesen.

Beispiel




```
N9003
N1 G19
N2 T3 M6
N3 G0 X1 Y20 Z20 F400 S1600 M3
N4 G1 X-23.5
N5 G0 X1 Y60
N6 G1 X-23.5
N7 G0 X200 M30
```

Erläuterung:

N1 : Umschalten auf YZ-Ebene (G19 wirksam).
N2 : Werkzeug T3 (Durchmesser 10 mm) einwechseln und Korrekturen berücksichtigen.
N3 : Werkzeug im Eilgang (G0) auf Sollposition fahren. Vorschub mit 400 mm/min festlegen. Spindel einschalten. Drehrichtung im Uhrzeigersinn (M3) bei 1600 U/min.
N4 : Werkzeug auf Tiefe zustellen.
N5 : Werkzeug auf X1 zurückziehen und im Eilgang auf Y60 fahren. Die Positionierlogik der CNC verhindert eine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück, weil das Werkzeug zunächst in der X-Achse und danach in der Y-Achse verfährt.
N6 : Werkzeug auf Tiefe zustellen.
N7 : Werkzeug auf X200 zurückziehen.
Programmende.

15. Makro-Aufruf G22

Zweck

Ausführen eines Unterprogramms mit Standard-Arbeitsgängen.

Format

Aufrufen eines Unterprogramms
N... G22 N=... {E...=}

Aktivieren eines Unterprogramms unter der Bedingung, daß E...>0
N... G22 E... N=... {E...=}

Zugehörige Funktionen
G14, G29

Parameter
E Parameterdefinition
N= Makronummer

Modale Wörter
ENNN= Parameterdefinition

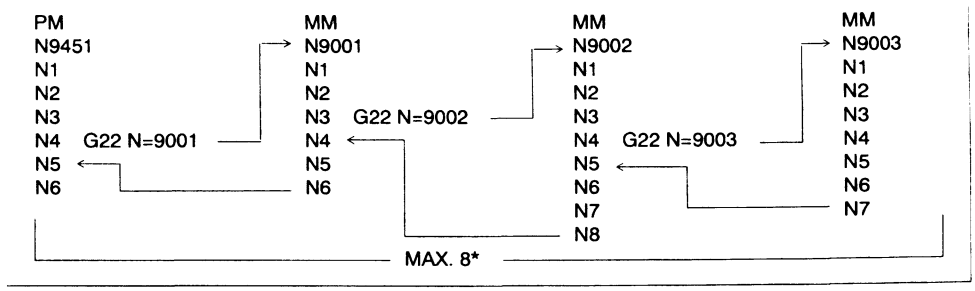
Art der Funktion
Nicht modal

Hinweise und Verwendung
AKTIVIERUNG

Ein Unterprogramm wird vollständig abgearbeitet, wenn es von einem Hauptprogramm oder einem anderen Unterprogramm aus aufgerufen wird.

SCHACHTELN VON UNTERPROGRAMMEN

Wenn von einem Unterprogramm heraus ein anderes Unterprogramm aufgerufen wird, so wird das aufgerufene Unterprogramm als geschachteltes Unterprogramm bezeichnet. Am Ende eines geschachtelten Unterprogramms wird die Abarbeitung des aufrufenden Unterprogramms fortgesetzt. Es können bis zu acht geschachtelte Programme eingesetzt werden.



E-PARAMETER

Ein Unterprogramm kann E-Parameter enthalten, d.h. Variablen deren Wert in einem gesonderten CNC-Speicher abgelegt sind. Sie ermöglichen das Erstellen von Unterprogrammen zur allgemeinen Anwendung. Wenn die Maße eines Werkstückes bekannt sind brauchen nur die E-Parameterwerte geändert zu werden, und nicht das Programm.

E-Parameter erhalten ihren Wert im Haupt- oder Unterprogramm, über das Bedienfeld oder durch Einlesen des Parameterspeichers.

Rechenoperationen mit Parameterwerten in Haupt- und Unterprogrammen sind gestattet. Ein und derselbe Parameter kann von verschiedenen (Unter)programmen verwendet werden.

Für Einzelheiten über die Programmierung mit E-Parametern sei auf den entsprechenden Anhang am Ende dieser Anleitung verwiesen.

ANZAHL DER PARAMETERDEFINITIONEN

In einem Satz mit Makroaufruf kann bis zu 10 Parametern ein Wert zugeordnet werden. Werden mehr Parameter benötigt, so müssen vor dem Makroaufruf zusätzliche Zeilen eingefügt werden.

AUSWERTUNG VON DEFINIERTEN PARAMETERN

Einem Parameter in einem G22-Satz kann ein beliebiger Wert oder arithmetischer Ausdruck zugeordnet werden.

Die im G22-Satz programmierten Parameter werden ausgewertet und errechnet bevor das Makro ausgeführt wird.

FORTSETZUNG NACH DEM MAKRO-AUFRUF

Nachdem das Makro abgearbeitet ist, wird die Programmausführung mit dem auf G22 folgenden Satz fortgesetzt.

BEDINGTER MAKRO-AUFRUF (E)

Mit dem E-Wort wird angegeben, daß ein bedingter Makroaufruf verlangt wird.

Bei E...>0 erfolgt ein Makroaufruf. Nach dem Aufruf wird der Programmablauf mit dem auf G22 folgenden Satz fortgesetzt. Der Makroaufruf hat keinen Einfluß auf den Parameter E...

Bei E...<=0 erfolgt kein Makroaufruf. Der Programmablauf wird mit dem auf G22 folgenden Satz fortgesetzt.

Beispiele

BEISPIEL 1. Makroaufruf

N100 G22 N=9100 E1=24 E2=3

Erläuterung:

N150 : Unterprogramm N9100 mit den Parametern E1=24 und E2=3 ausführen.

BEISPIEL 2. Bedingter Makroaufruf

N150 G22 E60 N=9100

Erläuterung:

N150 : Unterprogramm N9100 ausführen wenn E60 > 0.

BEISPIEL 3. Makro ohne E-Parameter

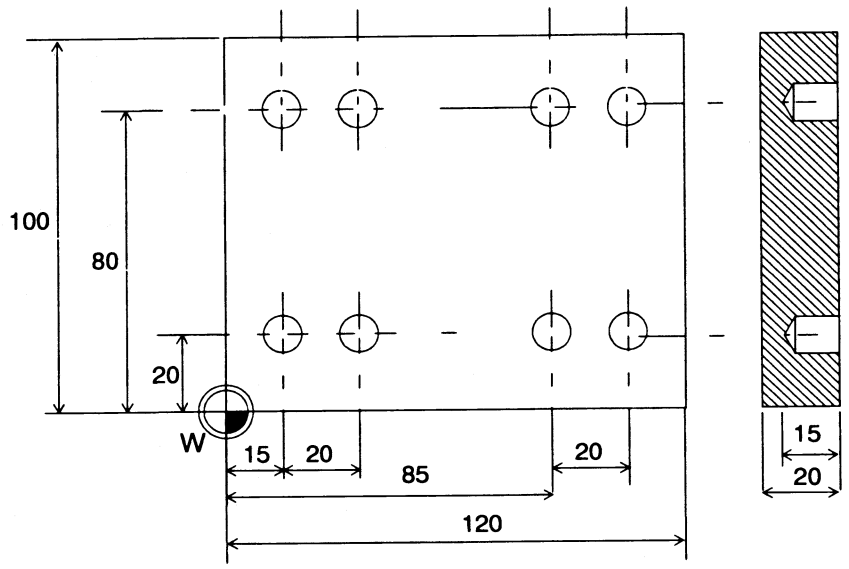
Unterprogramm für zwei Bohrungen:

```
N9001
N1 G91
N2 G1 Z-16 M8
N3 G0 Z16 M9
N4 X20
N5 G1 Z-16 M8
N6 G0 Z16 M9
N7 G90
```

Erläuterung des Makros:

N1 : Umschalten auf Inkrementalmaßprogrammierung
N2 : Kühlmittel einschalten. Werkzeug mit programmiertem Vorschub in negativer Richtung verfahren
N3 : Werkzeug zurückziehen. Kühlmittel ausschalten
N4 : Werkzeug in der X-Achse um 20 mm zum zweiten Startpunkt fahren
N5 : Kühlmittel einschalten. Werkzeug um 15 mm in das Werkstück zustellen
N6 : Werkzeug zurückziehen. Kühlmittel ausschalten
N7 : Zurückschalten auf Absolutmaßprogrammierung

Hauptprogramm für vier Bohrpaare:



NB8537

Hauptprogramm:	Unterprogramm:
:	N9001
N45 T1 M6	N1 G91
N50 F400 S1600 M3	N2 G1 Z-15
N55 G0 X15 Y20 Z1	N3 G0 Z16
N60 G22 N=9001	N4 G90
N65 G0 X85	
N70 G22 N=9001	
N75 G0 X85 Y80	
N80 G22 N=9001	
N85 G0 X15	
N90 G22 N=9001	

Erläuterung des Hauptprogramms:

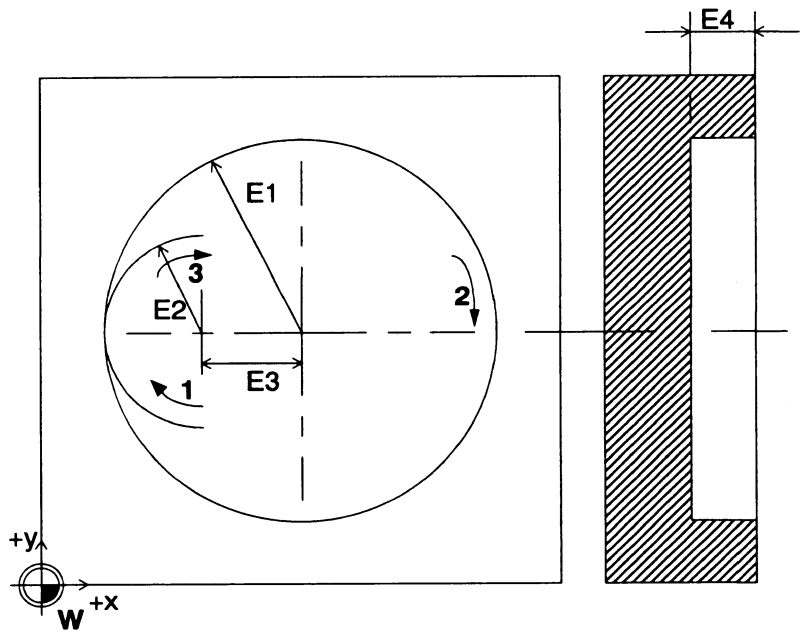
N45 : Werkzeug T1 (Bohr Durchmesser 10) einwechseln und Korrekturen berücksichtigen
N50 : Spindel einschalten; Drehrichtung im Uhrzeigersinn, Drehzahl 1600 U/min, Vorschub 400 mm/min.
N55 : Werkzeug auf die erste Bohrposition fahren, um 1 mm über der Oberfläche
N60 : Unterprogramm aufrufen
N65 : Werkzeug auf die zweite Bohrposition fahren
N70 : Unterprogramm aufrufen
N75 : Werkzeug auf die dritte Bohrposition fahren
N80 : Unterprogramm aufrufen
N85 : Werkzeug auf die vierte Bohrposition fahren
N90 : Unterprogramm aufrufen

Programmierhinweis

G0 im Satz N65, N75 und N85 ist eigentlich nicht nötig, da im letzten Satz von dem Unterprogramm ein G0 programmiert ist. Hier ist G0 programmiert, da man dann, um das Hauptprogramm zu verstehen, nicht zu wissen braucht, wie das Unterprogramm genau endet.

BEISPIEL 4. Unterprogramm, in dem E-Parameter verwendet werden

Dieses Beispiel beschreibt ein allgemeines Unterprogramm für die Endbearbeitung eines gefrästen Vollkreises. Um einen gleichmäßigen Übergang zu bewirken, wird zum Eintreten in den Kreis und zum Verlassen des Kreises ein kleiner Kreisbogen verwendet. Die Werkzeugradiuskorrektur ist wirksam, so daß die Werkstückkontur direkt programmiert werden kann.



NB7973

Im Programm müssen die folgenden Parameter eingestellt werden:

E1 : Radius R1 des Vollkreises
E2 : Radius R2 des Eintritts- und Austrittskreises
E4 : Tiefe, einschließlich eines Sicherheitsabstand

Der folgende Parameter wird errechnet:

E3 : Der Abstand (R1-R2)

Programmierhinweis

Mache das Unterprogramm so universal wie möglich. Das heißt ohne Werkzeugwechsel, Vorschub und Drehzahl. Das Unterprogramm kann dann auch für andere Werkzeuge benützt werden. Setze dann im Hauptprogramm den Werkzeugwechsel, Vorschub und Drehzahl.

Das Unterprogramm wird in Inkrementalmaßen geschrieben.

```
N9002
N1 G91
N2 E3=E1-E2
N3 G1 Z=-E4
N4 X=-E3
N5 G43 Y=-E2
N6 G42
N7 G2 X=-E2 Y=E2 R=E2
N8 I=E1 J=0
N9 X=E2 Y=E2 R=E2
N10 G40
N11 G0 X=E3 Y=-E2 Z=E4
N12 G90
```

Erläuterung:

N1 : Umschalten auf Inkrementalmaßprogrammierung
N2 : Parameter E3 wird errechnet
N3 : Werkzeug auf Tiefe zustellen. In E4 muß eine Freigabe vom Werkstück berücksichtigt werden
N4 : Werkzeug auf den Mittelpunkt des Anfahrkreises fahren
N5 : Werkzeug BIS zum Anfangspunkt des Anfahrkreises zustellen
N6 : Radiuskorrektur RECHTS setzen
N7 : Werkzeug im Uhrzeigersinn verfahren, um einen Kreisbogen zu erzeugen. Der Endpunkt und der Radius werden mit Parametern programmiert
N8 : Den vollständigen Kreis fräsen. Es wird der Kreismittelpunkt programmiert.
N9 : Den Bogen des Rückzugskreises fräsen. Der Endpunkt und der Radius werden mit Parametern programmiert.
N10 : Radiuskorrektur löschen
N11 : Werkzeug auf den Kreismittelpunkt zurückfahren und im Eilgang zurückziehen
N12 : Zurückschalten auf Absolutmaßprogrammierung (G90).

Bei Verwendung dieses Unterprogramms muß das aufrufende Programm folgendes enthalten:
- eine Werkzeugbewegung zum Kreismittelpunkt (N200)
- eine Definition der Parameter (N201)
- ein Unterprogrammaufruf (N201)

Das aufrufende Programm sieht so aus:

```
N9002
N1 G17
N2 G54
N3 T1 M6
N4 F900 S3000 M3
:
N200 G0 X75 Y80 Z0
N201 G22 N=9002 E1=30 E2=15 E4=15
:
:
N500 M30
```

Nachdem das Unterprogramm aufgerufen ist, wird an der gewünschten Stelle (X75,Y80) ein Kreis mit einem Durchmesser von 60 mm mit einem Fräser (Durchmesser 10 mm) gefräst.

16. Hauptprogramm-Aufruf G23

Zweck

Aufrufen eines Teileprogramms von einem Hauptprogramm aus.

Format

N... G23 N=... {E...=...}

Zugehörige Funktionen

G14, G22, G29

Parameter

N= Programmnummer

Modale Wörter

Art der Funktion

Nicht modal

Hinweise und Verwendung

AKTIVIERUNG

Ein Teileprogramm wird vollständig ausgeführt, wenn es von einem Hauptprogramm aus aufgerufen wird.

PROGRAMM GRÖßE

Programme kleiner als 100 Kbyte werden im Arbeitsspeicher gespeichert und beim Aufruf mit G23 als ganzes Programm abgearbeitet.
Programmen größer als 100 Kbyte können nicht ganz gespeichert werden. Sie werden automatisch und unsichtbar in kleinere Teilprogramme aufgeteilt und verarbeitet (CAD-Mode).

BEDINGTE SPRÜNGE

Bedingte Sprünge im Hauptprogramm erlauben die Auswahl des auszuführenden Programms.

EINSCHRÄNKUNGEN

Ein aufgerufenes Teileprogramm darf keine G23-Funktion enthalten. Teileprogramme können nicht geschachtelt werden.
Ein Unterprogramm (Makro) darf keine G23-Funktion enthalten.
Programme größer als 100 KByte dürfen keine Sprungbefehle enthalten.

FORTSETZUNG NACH DEM PROGRAMMAUFRUF

Nachdem das aufgerufene Programm ausgeführt ist, wird der Teileprogrammablauf mit dem auf G23 folgenden Satz fortgesetzt.

UNTERBRECHUNG EINES AUFGERUFENEN PROGRAMMS

Wenn die Ausführung eines aufgerufenen Teileprogramms über Intervention und Softkey Programm abbrechen beendet wird, so erfolgt ein Rücksprung zum Programmanfang.

Beispiel

```
N9990
:
N10 G23 N=988        Hauptprogramm-Aufruf
                     N988
                     N1
                     N2
                     :
                     :
                     N200 M30
N11                  Sprung zurück zum Hauptprogramm
N20 G23 N=989
:
N30 M30
```

Erläuterung:

N10 : Programm N988 wird aufgerufen

N20 : Programm N989 wird aufgerufen

17. Vorschuboverride wirksam/nicht wirksam G25/G26

Zweck

Einschalten bzw. Ausschalten des Vorschuboverrides, zur Steuerung der programmierten Vorschubbewegungen. Bei ausgeschaltetem Vorschuboverride wird dieser auf 100 % fixiert.

Format

Vorschuboverride einschalten:
N... G25

Vorschuboverride ausschalten:
N... G26

Parameter

Modale Wörter
H, T1=

Art der Funktion

modal

Hinweise und Verwendung

EINSCHALTSTELLUNG
Am Anfang eines Teileprogramms ist G25 automatisch wirksam.

LÖSCHEN
G26 wird mit G25, M30, Softkey Programm abbrechen oder Softkey CNC rücksetzen gelöscht.

Beispiel

```
N66   G26   : Vorschuboverride ausgeschaltet, d.h. auf 100 % fixiert.
:
N70   G25   : Vorschuboverride eingeschaltet.
```

18. Positionierfunktionen G27/G28 (bis V320)

Zweck

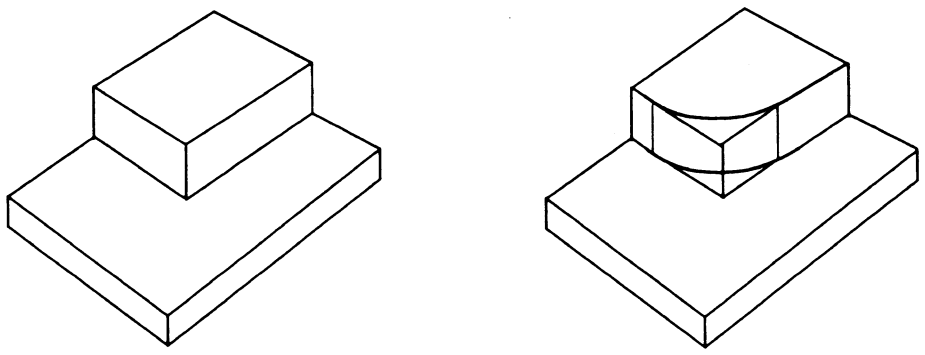
1. Angabe bei Vorschubbewegungen (G1,G2/G3), wann die nächste Bewegung anfängt und ob zwischen den Bewegungen ein Halt berücksichtigt werden muß.

2. Reduzierung der Eckenrundung, die durch das Nacheilen beim Positionieren und durch die Beschleunigung und Verzögerung in den Achsen beim Wechseln der Vorschubbewegungsrichtung hervorgerufen wird. Parameter I3=2 bzw. I3=3 und I7=...

3. Angabe bei Eilgangbewegungen (G0), ob zwischen den Bewegungen ein Halt berücksichtigt werden muß oder nicht. Parameter I4=.

4. Aus- und Einschalten der Positionierlogik bei G0-Bewegungen. Parameter I5=.

5. Vorschubbegrenzung bei Kreisbewegungen, wobei der programmierte Vorschub herabgesetzt wird, um den Schleppabstand in den Achsen auf ein annehmbares Minimum zu halten und so die Genauigkeit zu steigern. Parameter I6=.



NB9800

Bewegung ohne Eckenrundung Bewegung mit Eckenrundung

Format

Aktivieren:
N... G28 {I3=...} {I4=...} {I5=...} {I6=...} {I7=..}

Löschen einzelner Möglichkeiten:
N... G28 {I3=0} {I4=0} {I5=0} {I6=0}

Löschen sämtlicher Möglichkeiten (feste Standardeinstellung):
N... G27

Zugehörige Funktionen

G0, G1, G2/G3
F-Funktionen

Parameter

I3= 0=aus/1=genauhalt,2=MC,3=prog.
I4= Eilgang 0=aus,1=verschl.,2=MC
I5= Positionierlogik 0=mit,1=ohne
I6= Vorschubbegrenzung 0=1000, 1=MC
I7= Konturtoleranz (0-10.000 mm)

Modale Wörter
H, T1=

Art der Funktion

modal

Bewegungarten

BEWEGUNGEN MIT GENAUHALT

Eine Verfahrbewegung **mit Genauhalt** bedeutet, daß die nächste Bewegung erst anfängt nachdem in allen programmierten Achsen die Sollposition erreicht ist. Zwischen den Bewegungen wird ein Halt eingelegt.

BEWEGUNGEN OHNE GENAUHALT

Eine Verfahrbewegung **ohne Genauhalt** bedeutet, daß die nächste Bewegung anfängt sobald der CNC-Interpolator die Sollposition erreicht hat. Verzögerung oder Nacheilen in den Achsen wird nicht berücksichtigt. Zwischen den Bewegungen wird kein Halt eingelegt, so daß das Programm schneller ausgeführt wird, wobei allerdings bei Vorschubbewegungen die Ecken gerundet werden.

Bewegungen mit Vorschub

BEWEGUNGEN MIT VORSCHUB (G1, G2/G3)

Die Position an der die nächste, auf eine Vorschubbewegung folgende programmierte Bewegung beginnt, wird durch den Parameter I3 angegeben:

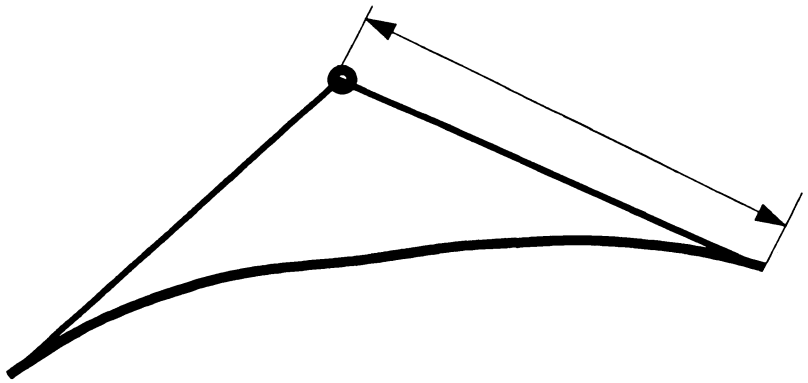
G28 I3=0 Die Vorschubbewegung wird OHNE GENAUHALT ausgeführt. Zwischen den Bewegungen wird kein Halt berücksichtigt, so daß die Ecken gerundet werden. I3=0 ist der feste Standardwert bei Vorschubbewegungen.

G28 I3=1 Die Vorschubbewegung wird MIT GENAUHALT ausgeführt. Zwischen den Bewegungen wird ein Halt berücksichtigt. Die Ecken sind scharf.

ECKENGENAUIGKEIT BEI LINEAREN UND ZIRKULAREN BEWEGUNGEN

Die Rundung von Ecken wird durch das Nacheilen beim Positionieren und durch die Beschleunigung und Verzögerung in den Achsen beim Wechseln der Vorschubbewegungsrichtung hervorgerufen.
Die Eckenrundungen lassen sich mit Hilfe der in der CNC vorhandenen Positionierfunktion verringern. Sie erlaubt die Definition von entweder einem Eckenfreigabeabstand (MC136) oder einer programmierbaren Konturgenauigkeit.

ECKENFREIGABEABSTAND

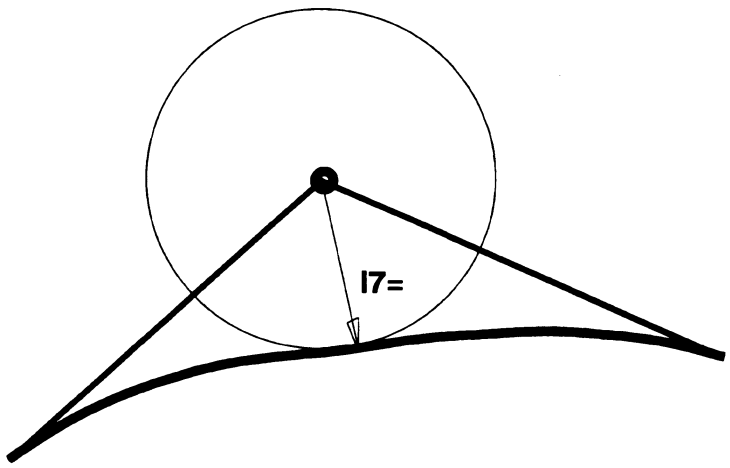


NB9801a

Der Eckenfreigabeabstand definiert eine Position, die von der Ecke aus entlang der Achse gemessen wird. Der Abstand wird über eine Maschinenkonstante festgelegt. Wenn sich die Achse zwischen der programmierten Position und der durch den Eckenfreigabeabstand definierten Position befindet, so wird angenommen, daß die Ecke im Toleranzbereich bearbeitet wird. Je Achse ist eine Maschinenkonstante vorgesehen.

G28 I3=2 Die nächste, auf eine Vorschubbewegung folgende Bewegung beginnt, sobald alle Achsen sich zwischen der programmierten Position und der durch den Eckenfreigabeabstand definierten Position befinden. Zwischen den Bewegungen wird kein Halt eingelegt.

Programmierbare Konturgenauigkeit (Einsatz nur bei G1-Bewegungen)



NB9801b

Definition der Konturgenauigkeit

G28 I3=3 I7=.. Die zulässige Konturgenauigkeit, programmiert in mm.

G28 I3=3 Beim Ausführen der Vorschubbewegung muß die mit I7=.. programmierte Konturgenauigkeit berücksichtigt werden.

Der Vorschub wird durch die CNC automatisch auf den Maximalvorschub herabgesetzt, mit dem die Ecke ausgeführt werden kann. Die programmierte Abweichung wird nicht überschritten.

Wenn I7= nicht programmiert ist, so wird der über eine Maschinenkonstante (MC137) festgelegte Zahlenwert als die maximale Abweichung benutzt.

Bemerkung:
G28 I3=3 kann nur programmiert werden wenn die BTR-Funktion (MC262) aktiviert ist.

Hinweise:
1. Die programmierbare Konturgenauigkeit kann für Ecken zwischen allen möglichen linearen Bewegungen eingesetzt werden, nicht aber für Ecken die mit Splines zu tun haben.

2. Die Eingabe I7=0 kann eine minimale Eckenrundung ergeben, die verursacht wird durch die Eigenschaften der Werkzeugmaschine.

Bewegungen im Eilgang

BEWEGUNGEN IM EILGANG (G0)
Parameter I4 bestimmt den Punkt, an dem die nächste, auf eine Eilgangbewegung folgende programmierte Bewegung beginnt (G0).

G28 I4=0 Die Eilgangbewegung wird MIT GENAUHALT ausgeführt. Es wird ein Halt zwischen den Bewegungen eingelegt.
I4=0 ist der feste Standardwert bei Eilgangbewegungen.

G28 I4=1 Die Eilgangbewegung wird OHNE GENAUHALT ausgeführt. Es wird kein Halt zwischen den Bewegungen eingelegt.

G28 I4=2 Die Eilgangbewegung wird ausgeführt, so daß die nächste Bewegung anfängt nachdem in allen Achsen die Sollposition nahezu erreicht ist. Diese Position wird durch die Maschinenkonstante (MC136) für den Eckenfreigabeabstand definiert. Es wird kein Halt zwischen den Bewegungen eingelegt.

EIN-/AUSSCHALTEN DER POSITIONIERLOGIK BEI G0
Mit Parameter I5 wird angegeben, ob die Positionierlogik in einem G0-Satz ausgeführt oder ausgeschaltet werden muß. Für Einzelheiten über die Positionierlogik sei auf die Beschreibung der G0-Funktion verwiesen.

G28 I5=0 G0 wird mit Positionierlogik ausgeführt.
I5=0 ist der feste Standardwert.

G28 I5=1 Die Positionierlogik ist bei einer G0-Bewegung ausgeschaltet.

Hinweis: Bei einem G79-Satz kann die Positionierlogik nicht ausgeschaltet werden.

Vorschubbegrenzung bei Zirkularen Bewegungen

VORSCHUBBEGRENZUNG BEI ZIRKULAREN BEWEGUNGEN

Die Vorschubbegrenzung wird dazu verwendet, den Vorschub bei kreisförmigen Verfahrbewegungen auf ein Maximalwert zu begrenzen, so daß infolge des programmierten Vorschubs keine Konturfehler hervorgerufen werden. In der CNC wird die Vorschubbegrenzung nach einer speziellen Formel errechnet. Die dazu in der Formel verwendete Konstante wird durch Parameter I6= gegeben.

G28 I6=0 Die Konstante für die Vorschubbegrenzung ist vom Steuerungshersteller festgelegt. I6=0 ist der feste Standardwert.

G28 I6=1 Die Konstante für die Vorschubbegrenzung hat einen im Maschinenkonstantenspeicher (MC135) abgelegten Wert. Dieser Wert wird vom Werkzeugmaschinenhersteller in Abhängigkeit der Servo- und Achsenantriebe bestimmt.

Bemerkung:

Vorschubbegrenzung (G28 I6=1) ist nur wirksam im G94-Betrieb (Vorschub in mm/min) und nicht im G95-Betrieb (Vorschub in mm/Umdr). Diese Funktion sollte nur in Teileprogramme verwendet werden wenn G94 ansteht.

Löschen Parameter

LÖSCHEN SÄMTLICHER PARAMETER

Alle bei G28 eingesetzten Parameter werden mit G27, Softkey CNC rücksetzen, Softkey Programm abbrechen oder durch M30 auf ihre festen Standardwerte rückgesetzt.

G27 resultiert in G28 I3=0 I4=0 I5=0 I6=0

LÖSCHEN EINZELNER PARAMETER

Jeder der bei G28 eingesetzten Parameter kann durch die Programmierung seines festen Standardwertes gesondert gelöscht werden. Die Parameter wirken sich nicht aufeinander aus.

Übersicht:

1. G28 ohne Parameter	
G1,G2,G3 mit Genauhalt	G28
2. Bewegungen mit Vorschub	
G1,G2,G3 ohne Genauhalt (Einschaltstellung)	G28 I3=0
G1,G2,G3 mit Genauhalt	G28 I3=1
G1,G2,G3 mit Eckenfreigabeabstand (MC136)	G28 I3=2
G1 mit programmierbarer Konturgenauigkeit	
-Konturgenauigkeit (MC137)	G28 I3=3
-programmierbare Konturgenauigkeit I7=... (0-10000 mm)	G28 I3=3 I7=...
3. Eilgangbewegungen G0	
G0 mit Genauhalt (Einschaltstellung)	G28 I4=0
G0 ohne Genauhalt	G28 I4=1
G0 mit Eckenfreigabeabstand (MC136)	G28 I4=2
4. Positionierlogik bei G0	
G0 mit Positionierlogik (Einschaltstellung)	G28 I5=0
G0 ohne Positionierlogik	G28 I5=1
5: Vorschubbegrenzung bei Kreisbewegungen	
G2,G3 mit Standardwert (Einschaltstellung)	G28 I6=0
G2,G3 mit Standardwert (MC135)	G28 I6=1

19. Positionierfunktionen G27/G28 (ab V320)

Ab der Software-version V320 ist die Steuerung mit der Look Ahead Feed (LAF) Funktion ausgestattet. Für die Beschreibung von LAF siehe Kapitel : LOOK AHEAD FEED (LAF)-FUNKTION.

LAF beeinflußt die G27/G28 Funktion.

Zweck

1. Angabe bei Vorschubbewegungen (G1,G2/G3), wann die nächste Bewegung anfängt und ob zwischen den Bewegungen ein Halt berücksichtigt werden muß.

2. Angabe bei Eilgangbewegungen (G0), ob zwischen den Bewegungen ein Halt berücksichtigt werden muß oder nicht. Parameter I4=.

3. Aus- und Einschalten der Positionierlogik bei G0-Bewegungen. Parameter I5=.

Format

Aktivieren:
N... G28 {I3=...} {I4=...} {I5=...}

Löschen einzelner Möglichkeiten:
N... G28 {I3=0} {I4=0} {I5=0}

Löschen sämtlicher Möglichkeiten (feste Standardeinstellung):
N... G27

Zugehörige Funktionen

G0, G1, G2/G3

Parameter

I3= 0=aus/1=Genauhalt.
I4= Eilgang 0=aus,1=Verschleifen
I5= Positionierlogik 0=mit,1=ohne

Modale Wörter
H, T1=

Art der Funktion

modal

Bewegungsarten

BEWEGUNGEN MIT GENAUHALT

Eine Verfahrbewegung **mit Genauhalt** bedeutet, daß die nächste Bewegung erst anfängt nachdem in allen programmierten Achsen die Sollposition erreicht ist. Zwischen den Bewegungen wird ein Halt eingelegt.

BEWEGUNGEN OHNE GENAUHALT

Eine Verfahrbewegung **ohne Genauhalt** bedeutet, daß die nächste Bewegung anfängt sobald der CNC-Interpolator die Sollposition erreicht hat. Verzögerung oder Nacheilen in den Achsen wird nicht berücksichtigt. Zwischen den Bewegungen wird kein Halt eingelegt, so daß das Programm schneller ausgeführt wird, wobei allerdings bei Vorschubbewegungen die Ecken gerundet werden.

Bewegungen mit Vorschub

BEWEGUNGEN MIT VORSCHUB (G1, G2/G3)

Die Position, an der die nächste auf eine Vorschubbewegung folgende programmierte Bewegung beginnt, wird durch den Parameter I3 angegeben:

G28 I3=0 Die Vorschubbewegung wird OHNE GENAUHALT ausgeführt. Zwischen den Bewegungen wird kein Halt berücksichtigt.
I3=0 ist der feste Standardwert bei Vorschubbewegungen.

G28 I3=1 Die Vorschubbewegung wird MIT GENAUHALT ausgeführt. Zwischen den Bewegungen wird ein Halt berücksichtigt.

Hinweise: G28 I3 ist nur bei G74 wirksam.

Bewegungen im Eilgang

BEWEGUNGEN IM EILGANG (G0)

Parameter I4 bestimmt den Punkt an dem die nächste, auf eine Eilgangbewegung folgende programmierte Bewegung beginnt (G0).

G28 I4=0 Die Eilgangbewegung wird MIT GENAUHALT ausgeführt. Es wird ein Halt zwischen den Bewegungen eingelegt.
I4=0 ist der feste Standardwert bei Eilgangbewegungen.

G28 I4=1 Die Eilgangbewegung wird OHNE GENAUHALT ausgeführt. Es wird kein Halt zwischen den Bewegungen eingelegt.

EIN-/AUSSCHALTEN DER POSITIONIERLOGIK BEI G0

Mit Parameter I5 wird angegeben, ob die Positionierlogik in einem G0-Satz ausgeführt oder ausgeschaltet werden muß. Für Einzelheiten über die Positionierlogik sei auf die Beschreibung der G0-Funktion verwiesen.

G28 I5=0 G0 wird mit Positionierlogik ausgeführt.
I5=0 ist der feste Standardwert.

G28 I5=1 Die Positionierlogik ist bei einer G0-Bewegung ausgeschaltet.

Hinweis: Bei einem G79-Satz kann die Positionierlogik nicht ausgeschaltet werden.

Löschen Parameter

LÖSCHEN SÄMTLICHER PARAMETER

Alle bei G28 eingesetzten Parameter werden mit G27, Softkey CNC rücksetzen, Softkey Programm abbrechen oder durch M30 auf ihre festen Standardwerte rückgesetzt.

G27 resultiert in G28 I3=0 I4=0 I5=0

LÖSCHEN EINZELNER PARAMETER

Jeder der bei G28 eingesetzten Parameter kann durch die Programmierung seines festen Standardwertes gesondert gelöscht werden. Die Parameter wirken sich nicht aufeinander aus.

Übersicht:

1. G28 ohne Parameter	
G1,G2,G3 mit Genauhalt	G28
2. Bewegungen mit Vorschub	
G1,G2,G3 ohne Genauhalt (Einschaltstellung)	G28 I3=0
G1,G2,G3 mit Genauhalt	G28 I3=1
3. Eilgangbewegungen G0	
G0 mit Genauhalt (Einschaltstellung)	G28 I4=0
G0 ohne Genauhalt	G28 I4=1
4. Positionierlogik bei G0	
G0 mit Positionierlogik (Einschaltstellung)	G28 I5=0
G0 ohne Positionierlogik	G28 I5=1

20. Bedingter Sprungbefehl G29

Zweck

Sprung zu einem anderen Teileprogrammabschnitt (bzw. Unterprogrammabschnitt), falls ein Parameter >0 ist.

Weitere Sprungbedingungen wie =, <>, >, >=, <, <= können programmiert werden, wenn ein Vergleichsausdruck zusammen mit der G29-Funktion verwendet wird.

Format

N... G29 E... N=... {K...} {I..}

Zugehörige Funktionen

G14, G22

Parameter

E Sprungbedingung: E > 0
N= Sprung zu Satznummer
K Reduzierwert
I Suchrichtung
ENNN= Parameterdefinition
Modale Wörter

E...= Parameterdefinition

Art der Funktion

Nicht modal

Hinweise und Verwendung

SATZNUMMER FÜR SPRUNG (N=...)

Mit diesem Wort wird die Nummer des Satzes angegeben, zu dem gesprungen wird. Der Satz muß im gleichen Teileprogramm bzw. Unterprogramm enthalten sein. Bei mehreren gleichen Satznummern wird zu der Satznummer gesprungen, die als erste gefunden wird. Wenn keine Satznummer gefunden wird, erfolgt eine Fehlermeldung.

SPRUNGRICHTUNG

In einem (Unter)programm kann sowohl vorwärts als auch rückwärts gesprungen werden. Mit dem Parameter I kann man das steuern. Mit I=1 oder I=0 wird nur vorwärts gesucht. Bei I=-1 oder keine Angabe wird erst rückwärts nach (Unter)Programmanfang gesprungen und danach vorwärts die Satznummer gesucht.

SPRUNGBEDINGUNG (E)

Das E-Wort dient zur Angabe, daß ein bedingter Sprung vorgenommen werden muß.

Bei E...>0 erfolgt ein Sprung

Bei E...<=0 erfolgt kein Sprung

SPRUNG-DEKREMENT (K)

Mit dem K-Wort kann das E-Wort neu berechnet und als Bedingung für den Sprung verwendet werden.

Wenn kein K-Wort programmiert ist, so wird das E-Wort nach jedem Sprung um 1 reduziert.
Wenn K0 programmiert ist, so wird das E-Wort nicht reduziert.

Bei K>0 wird der Wert dazu verwendet, das E-Wort zu reduzieren. Wird z.B. K5 programmiert, so wird das E-Wort nach jedem Sprung um 5 reduziert.

Bei K<-.5 erfolgt eine Fehlermeldung.

DEFINITION VON E-PARAMETERN IN EINEM G29-SATZ

In einem G29-Satz können Parameter definiert und errechnet werden.
Die Ausführungsfolge des Satzes ist wie folgt:

1. Parameter laden
2. Sprung ausführen, falls die Bedingung erfüllt ist.

UNBEDINGTER SPRUNG

Ein unbedingter Sprung kann programmiert werden, indem dem Parameter für die Sprungbedingung der Wert 1 zugeordnet wird.

Beispiel: N.. G29 E50 N=... E50=1

VERGLEICHSAUSDRÜCKE

Bei Verwendung von Vergleichsausdrücken (siehe Anhang über E-Parameter am Ende dieser Anleitung) werden die Programmiermöglichkeiten des bedingten Sprunges wesentlich erweitert.

Der Parameter für die Sprungbedingung erhält durch den Vergleichsausdruck den Wert 0 oder 1. Der Sprung wird in der üblichen Weise ausgeführt.

Um die Lesbarkeit eines Programmes aufrecht zu erhalten empfiehlt es sich, den Vergleichsausdruck im gleichen Satz mit G29 zu programmieren.
Der Vergleichsausdruck kann jedoch auch in einem Satz vor G29 programmiert werden, da lediglich der gesetzte Parameter für die Sprungbedingung durch G29 benutzt wird.

Beispiel: N.. G29 E1=E2>E3 E1 N=400

Dieser Satz bedeutet:

Wenn der Wert von E2 größer ist als der Wert von E3, so erhält der Parameter den Wert 1, worauf der Sprung nach N400 ausgeführt wird.

Beispiel

```
:
N50 E2=3
N51
.
.
N100 G29 E2 N=51
```

Erläuterung:

N50 : Parameter E2 erhält den Anfangswert 3

N100 : Bei E2 > 0 erfolgt ein Sprung nach Satznummer 51 und die Programmsätze werden der Reihe nach bis zum Satz N100 ausgeführt.

Bei jedem Sprung wird Parameter E2 automatisch um 1 reduziert. Folglich hat dieser Parameter nach 3 Sprüngen den Wert 0 und es werden keine Sprünge mehr ausgeführt. Der Programmablauf wird nach dem Satz N100 folgerichtig fortgesetzt.

21. Aufmaß aktivieren/deaktivieren G39 (ab V320)

Zweck

Die programmierte Kontur kann durch ein Aufmaß verändert werden.

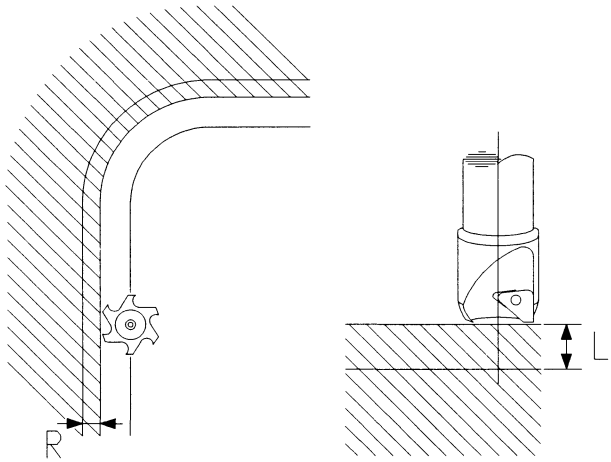
Format

Aufmaß aktivieren:
N... G39 {R...} {L...}

R: Werkzeugradiusaufmaß
L: Werkzeuglängenaufmaß

Werkzeuglängenaufmaß deaktivieren:
N... G39 L0

Werkzeugradiusaufmaß deaktivieren:
N... G39 R0



Parameter

L	Längen-Aufmaß
R	Radius-Aufmaß

Zugehörige Funktion

G17, G18, G19, G40, G41, G42, G43, G44, G61, G62, G66, G67, G87-G89, G141, G182, G201, M6, M66, M67

Art der Funktion
modal

Hinweise und Verwendung

Werkzeuglängen-Aufmaß:
Das Werkzeuglängen-Aufmaß wirkt in Richtung der Zustellachse. Änderungen am Werkzeuglängen-Aufmaß werden mit der nächsten Zustellbewegung wirksam.

Werkzeugradius-Aufmaß:
Das Werkzeugradius-Aufmaß wirkt in der Bearbeitungsebene, es ist nur bei aktiver Fräserradius-Korrektur wirksam.

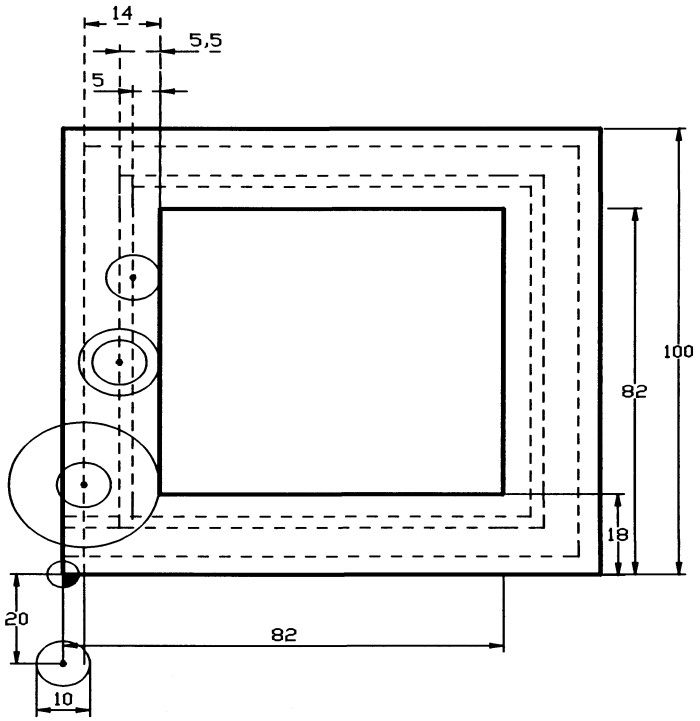
Änderungen am Werkzeugradius-Aufmaß bei nicht aktivierter Fräserradiuskorrektur werden nach dem Aktivieren der Fräserradiuskorrektur (G41/G42, G43/G44) wirksam.
Änderungen am Werkzeugradius-Aufmaß bei aktivierter Fräserradiuskorrektur werden im nächsten Verfahrsatz linear über die gesamte Strecke korrigiert.

Eine Aufmaßprogrammierung bleibt nach einem Werkzeugwechsel (M6, M66) oder Ebenenwechsel (G17,G18,G19) erhalten.

Hinweis:
Das Radiusaufmaß wird bei Aktivierung folgender Funktionen unterdrückt: G6, G83-G89, G141, G182. Das Längenaufmaß bleibt wirksam. Die Aufmaßprogrammierung sollte vor diesen Funktionen deaktiviert werden.

Beispiel

Rechteck fräsen durch zweimal Schruppen und einmal Schlichten



N39001
N1 G98 X-10 Y-10 Z10 I120 J120 K-60
N2 G99 X0 Y0 Z0 I100 J100 K-40
N3 T1 M6
N4 G39 L0 R9
N5 F500 S1000 M3
N6 G0 X0 Y-20 Z5
N7 G1 Z-10
N8 G43 X18
N9 G41 Y82
N10 X82
N11 Y18
N12 X0
N13 G40
N14 G39 R0.5
N15 G14 N1=8 N2=13

N16 G39 R0
N17 G14 N1=8 N2=13
N18 G0 Z10
N19 M30

Erläuterung:
N1 Grafikfenster festlegen
N2 Material festlegen
N3 Werkzeug einwechseln (Fräserdurchmesser 10 mm)
N4 Werkzeugradiusaufmaß aktivieren. (Fräserradius für Radiuskorrektur ist (5+9 =) 14 mm).
N5 Vorschub und Spindeldrehzahl aktivieren
N6 Anfahren Anfangsposition
N7 Auf Tiefe gehen
N8 Kontur mit Radiuskorrektur anfahren
N9 Rechteck erstmals Schruppen. Das Aufmaß ist 9 mm.
N13 Radiuskorrektur ausschalten
N14 Werkzeugradiusaufmaß ändern. (Fräserradius für Radiuskorrektur ist (5+0.5 =) 5.5 mm.
N15 Wiederholung Rechteck (2. Schruppbewegung). Die Aufmaß fürs Schlichten ist 0.5 mm
N16 Werkzeugradiusaufmaß ändern. (Fräserradius für Radiuskorrektur ist 5 mm.
N17 Schlichten Rechteck.
N18 Sicherheitsabstand anfahren
N19 Programmende

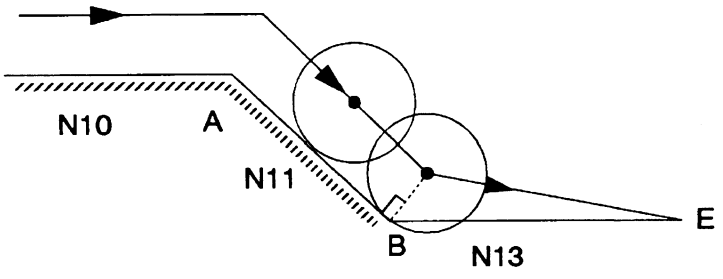
22. Keine Werkzeugradiuskorrektur G40

Zweck

Löschen der Werkzeugradiuskorrektur. Das Werkzeug bewegt sich jetzt auf der programmierten Bahn am Werkstück.

Format

N.. G40 (Achsenkoordinaten)

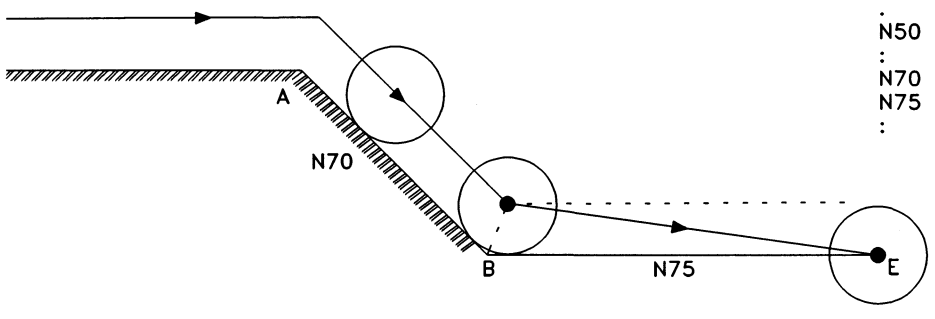



```
N...  G41
:
N11   G1   Xb  Yb
N12   G40
N13        Xe  Ye
```

NB8539a

N.. G40 (ohne Bewegung)

Die Radiuskorrektur LINKS ist wirksam von Punkt A bis Punkt B, senkrecht auf Linie AB. Die Linie BE wird geschnitten. In Punkt B wird die Radiuskorrektur gelöscht. Die programmierten Bewegungen beziehen sich auf die Werkzeugspitze.




```
.
N50  G41
:
N70  G1  Xb
N75  G40 Xe
:
```

NB8540a

N.. G40 (mit Bewegung)

Die Radiuskorrektur LINKS ist wirksam von Punkt A bis Punkt B, so daß das Werkzeug Linie BE tangiert. In Punkt B wird die Radiuskorrektur gelöscht. Die programmierten Bewegungen beziehen sich auf die Werkzeugspitze.

Zugehörige Funktionen

G41/G42, G43/G44, G61/G62, G141

Hinweise und Verwendung

EINSCHALTZUSTAND

G40 wird beim Einschalten der CNC, M30, Softkey CNC rücksetzen oder Softkey Programm abbrechen automatisch aktiviert.

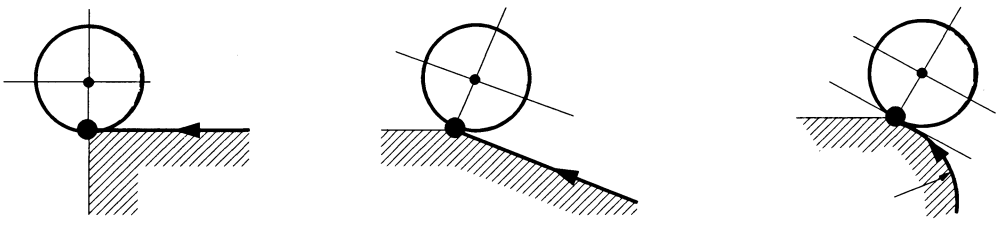
ACHSENKOORDINATEN

Es empfiehlt sich, G40 in einem gesonderten Satz ohne Achsenkoordinaten zu programmieren.

(a) G40 ohne Achsenkoordinaten

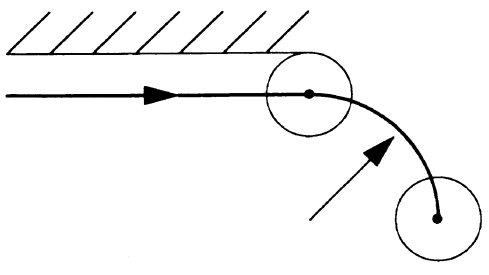
In diesem Fall wird die vorherige Gerade bzw. der vorherige Kreis vollständig bearbeitet. Der Werkzeugmittelpunkt wird auf eine Position senkrecht zur Kontur im vorherigen Endpunkt gefahren.

Die Radiuskorrektur wird bei der nächsten Bewegung gelöscht.



NB9645

G40 mit anschließender geradlinigen Bewegung



```
N...    G41
:
:
N...          X...
N...    G40
N...    G2    X...   Y...   R...
```

NB9659

G40 mit anschließender Kreisbewegung.

Wird anschließend am G40-Satz eine Kreisbewegung programmiert, so wird zwischen dem korrigierten Endpunkt des G40-Satzes und der programmierten Werkzeugspitzenposition im Satz mit der Kreisbewegung ein Kreisbogen mit dem programmierten Radius eingefügt.

(b) G40 mit Achsenkoordinaten

Der Bewegungsanfangspunkt wird mit voller Korrektur berechnet.
Während der Bewegung wird die Korrektur gelöscht und der Endpunkt wird nicht korrigiert.
Diese Art der Programmierung läßt sich anwenden, wenn die Korrektur gelöscht werden kann, ohne daß die Kontur verletzt wird.

(c) Tangentiales Wegfahren:

Auch mit G62 kann man eine Kontur verlassen.
N.. G62 X.. Z.. R.. (F)

ABHEBEN DES WERKZEUGES VON DER BEARBEITUNGSEBENE

Das Werkzeug kann folgendermaßen von der Bearbeitungsebene abgehoben werden:

a. mittels einer geradlinigen Bewegung

Wenn z.B. die XY-Ebene die Bearbeitungsebene darstellt und das Werkzeug wird durch Programmieren einer geradlinigen Bewegung in YZ abgehoben, so wird zugleich die Werkzeugkorrektur in der dritten Achse (X) gelöscht. Es erfolgt daher eine Werkzeugbewegung gleichzeitig in drei Achsen.

b. mittels einer Kreisbewegung

Wenn z.B. die XY-Ebene die Bearbeitungsebene darstellt und das Werkzeug wird durch Programmieren einer Kreisbewegung in YZ abgehoben, so wird die Werkzeugkorrektur in der dritten Achse (X) nicht gelöscht. Folglich wird lediglich die Kreisbewegung in der YZ-Ebene ausgeführt.

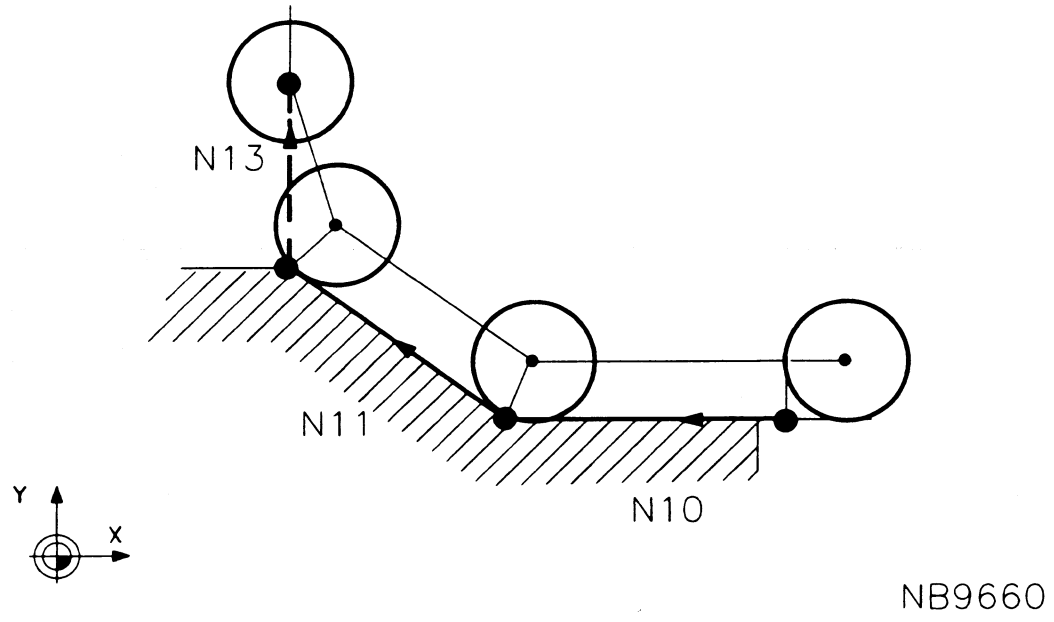
Anmerkung: Die Kreisanfangsposition stellt in der Y-Achse die korrigierte Position dar und in der Werkzeugachse (Z) die Bearbeitungstiefe.

Bemerkung: Programmieren von identischen nachfolgenden Achspositionen in G43 und G40 könnte einen Positionierfehler von der Größe des Werkzeugradius bewirken in der betreffenden Achse. Dieser Fehler kann man umgehen durch in G40 eine Achsposition zu programmieren, die geringfügig abweicht (z.B. 1 Mikron) von der vorherigen Position in G43.
Beispiel: N100 G43 X10
N101 G40 X10.001

ART DER FUNKTION

modal (G40 bis G44)

Beispiel



N9 G42
N10 G1 X..
N11 X.. Y..
N12 G40
N13 G0 Y..

N9 :	Radiuskorrektur auf der rechten Seite der Kontur aktivieren
N10-11 :	Werkzeug auf die programmierten Koordinaten fahren Werkzeugradius in den Berechnungen berücksichtigen
N12 :	Radiuskorrektur löschen
N13 :	Werkzeug von der vorherigen korrigierten Position auf den nicht korrigierten Endpunkt der Eilgangbewegung fahren

23. Werkzeugradiuskorrektur (links/rechts) G41/G42

Zweck

Programmieren der Werkstückmaße anstelle der Fräserbahn. Die Werkzeugbahn wird automatisch von der CNC als eine Bahn parallel zur programmierten Werkstückkontur berechnet.

G41 aktiviert Radiuskorrektur LINKS auf dem Werkstück
G42 aktiviert Radiuskorrektur RECHTS auf dem Werkstück

In beiden Fällen entspricht die Blickrichtung der Werkzeugbewegungsrichtung.

Format

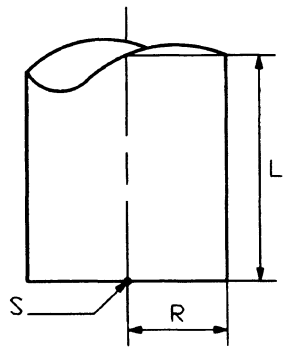
N.. G41/G42 {Achsenkoordinaten}

Zugehörige Funktionen

G40, G43/G44, G61/G62 und für 3D-Werkzeugkorrektur G141

Hinweise und Verwendung

LAGE DER WERKZEUGSPITZE



NB9646

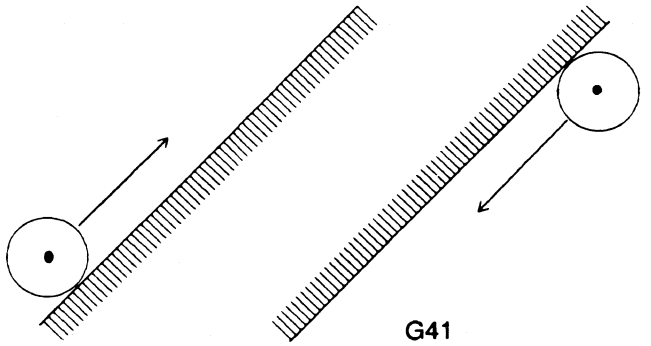
S = Werkzeugspitze, spezifiziert von den Werkzeugmaßen L und R

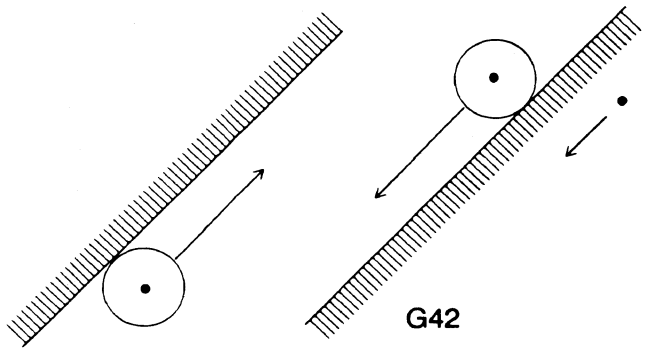
WERKZEUGSPEICHER

Für die Radiuskorrektur wird der im Werkzeugspeicher abgelegte Werkzeugradius verwendet.

KORREKTUR LINKS UND RECHTS

Bei der Anwendung von Radiuskorrektur muß die CNC wissen, ob das Werkstück auf der linken oder auf der rechten Seite bearbeitet wird. Dies wird mit der Funktion G41 bzw. G42 angegeben.





NB9648

Die Blickrichtung zur Bestimmung der zu programmierenden Funktion entspricht der Werkzeugbewegungsrichtung. G41 wird verwendet, wenn die Werkzeugbewegung links auf der Werkstückoberfläche erfolgt und G42, wenn die Werkzeugbewegung rechts auf der Werkstückoberfläche erfolgt.

Bei dieser Methode wird angenommen, daß der im Werkzeugspeicher abgelegte Werkzeugradius bei der Programmausführung positiv ist. Sollte der Radiuswert negativ sein, ergibt sich folgendes:

G41 und negativer Radius = G42 und positiver Radius
G42 und negativer Radius = G41 und positiver Radius

Für die Verwendung negativer Radiuswerte im Werkzeugspeicher sei auf Abschnitt WERKZEUGRADIUSKORREKTUR FÜR DIE WERKZEUG-BAHN verwiesen.

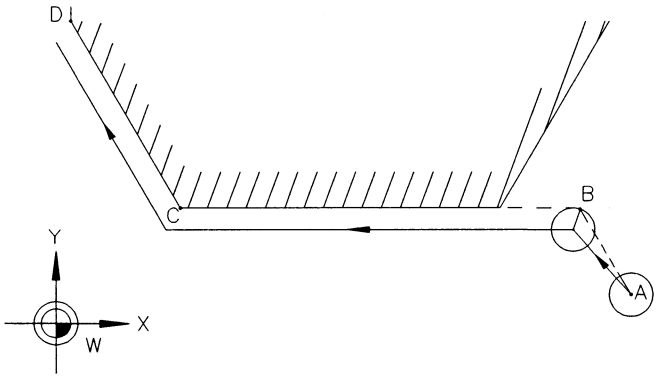
ANFANG DER RADIUSKORREKTUR

Für den Anfang der Radiuskorrektur gibt es 3 Möglichkeiten:

1) Entweder wird direkt eine G41/G42-Funktion verwendet
2) Es kommt eine der Funktionen G43/G44 zum Einsatz (Siehe G43).
3) Man benützt die Funktionen für Tangentiales Anfahren (Siehe G61).

Der Teileprogrammierer sollte darauf achten, daß beim Anfang der Radiuskorrektur das Werkzeug nicht mit dem Werkstück kollidieren kann. Der Anfangspunkt sollte daher an einer sicheren Stelle vom Werkstück liegen.

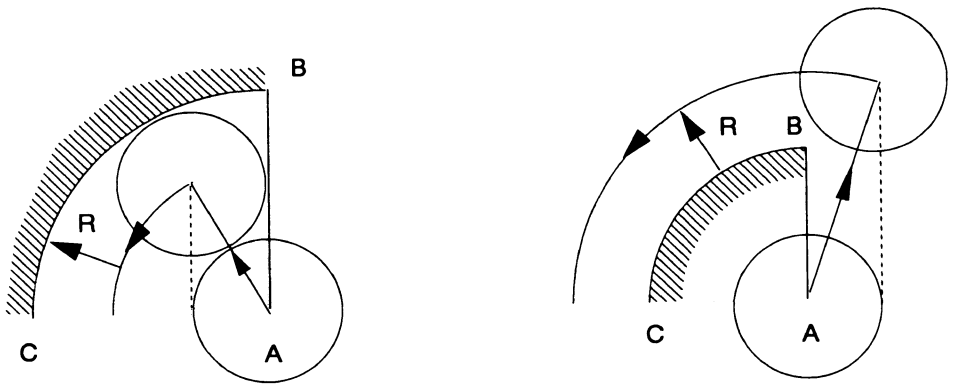
Bei Verwendung von G41 bzw. G42 wird der Schnittpunkt zweier zueinandergehörenden Konturelemente von der CNC errechnet, wonach dieser Punkt vom Werkzeug angefahren wird.



NB8733

- - - - Programmierten Bahn

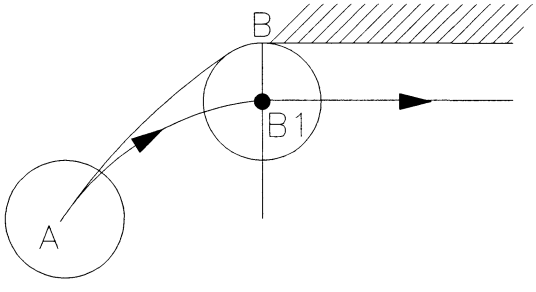
Aktiviere Radiuskorrektur G41/G42 mit Gerade an Gerade



NB9650

Aktiviere Radiuskorrektur G41/G42 mit Gerade an Kreis

Wird die Radiuskorrektur während einer Kreisbewegung (AB) aktiviert, so verfährt das Werkzeug auf einem Kreisbogen vom Werkzeugstandpunkt (A) auf die zuerst errechnete Position (B1).

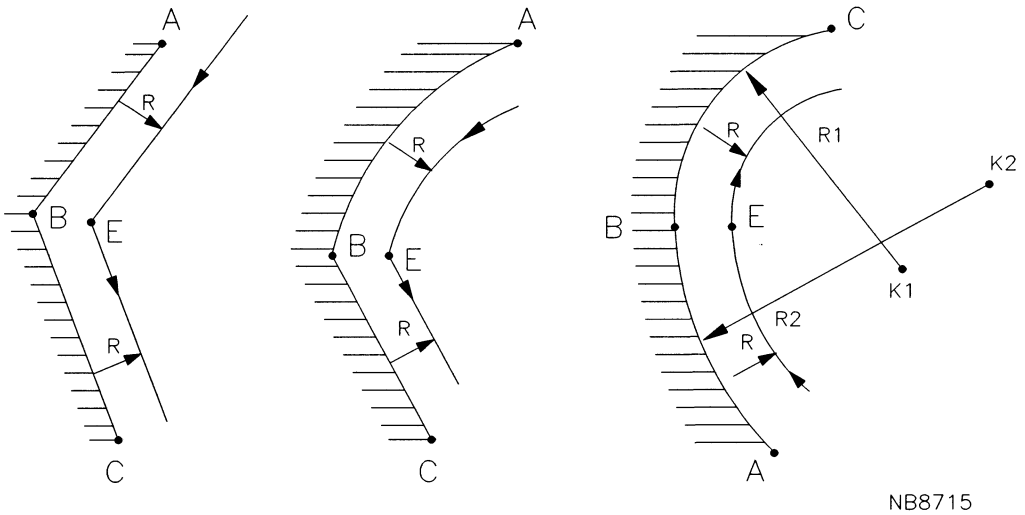


NB9658

Aktiviere Radiuskorrektur G41/G42 auf einem Kreis

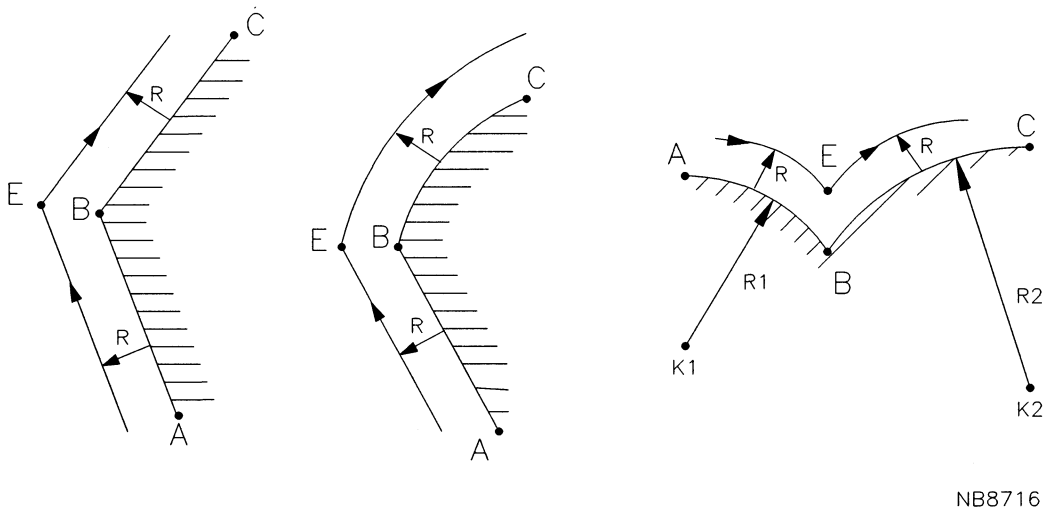
INNENKONTUREN

Bei der Anwendung von Radiuskorrektur verläuft die Werkzeugbahn immer im gleichen Abstand zur programmierten Kontur, ausgenommen an den Schnittpunkten der Konturelemente. Diese Schnittpunkte werden automatisch von der CNC berechnet.



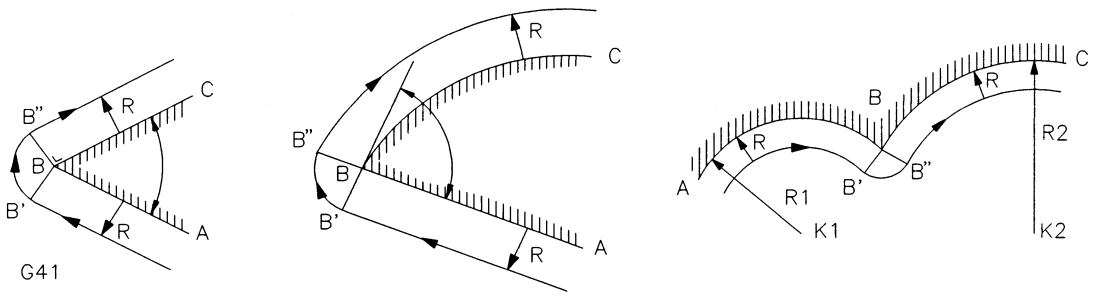
AUSSENKONTUREN

Der Schnittpunkt von Aussenkonturelementen wird immer dann berechnet, wenn der Winkel zwischen den Elementen einen als Maschinenkonstante vorgegebenen Wert überschreitet. Das Werkzeug wird dann auf diese Position gefahren.



AUSSENKONTUREN MIT SPITZEN WINKELN

Wenn der Winkel zwischen zwei Aussenkonturelementen kleiner ist als ein über Maschinenkonstante vorgegebener Wert (MC711), so erzeugt die CNC eine Kreisbewegung zwischen den beiden Elementen. Diese Kreisbewegung wird als Bestandteil des vorherigen Programmsatzes verarbeitet. Deswegen wird bei Einzelsatzbetrieb das Werkzeug nach der Kreisbewegung angehalten.



NB9115

WERKZEUGRADIUSKORREKTUR FÜR DIE WERKZEUGBAHN

Im allgemeinen berücksichtigt das CNC-System bei der Berechnung der Werkzeugbahn den Radius eines Nominalwerkzeuges. Die beschriebene Radiuskorrektur erlaubt die Verwendung eines realen Werkzeuges für die Teilebearbeitung und die Anwendung einer Korrektur für den Radius des Nominalwerkzeuges, zum Berechnen der Bahn des aktuellen Werkzeuges. Aus diesem Grund wird im Werkzeugspeicher ein Korrekturwert für den Werkzeugradius (inklusive Vorzeichen) abgelegt.

"+ Korrekturwert" : für ein überdimensioniertes Werkzeug, d.h. ein Werkzeug dessen Radius größer ist als der Radius des Nominalwerkzeuges.

"- Korrekturwert" : für ein überdimensioniertes Werkzeug

VERFAHRBEWEGUNGEN

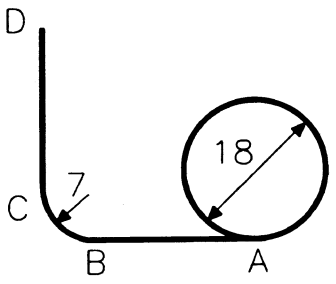
Die Programmierung von G41 oder G42 führt nicht zur Aktivierung einer Wegbedingung für eine Verfahrbewegung (G0, G1, G2 oder G3). Die zuletzt programmierte Funktion für eine Verfahrbewegung bleibt wirksam.

PROGRAMMIERFEHLER

Wenn der Werkzeugradius zu groß ist, so kann das Werkstück in bestimmten Fällen Schaden nehmen.

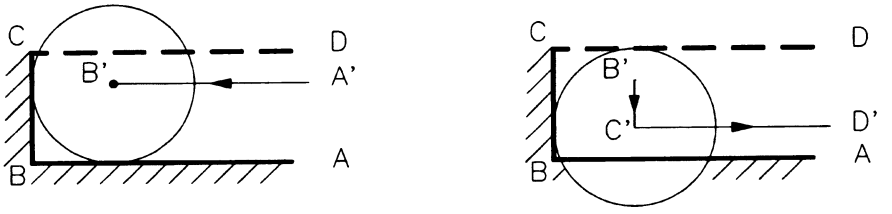
a. Wenn der Werkzeugradius zu groß ist, so kann das Werkstück in bestimmten Fällen Schaden nehmen.

Anmerkung: der Werkzeugradius sollte mindestens 0,001 mm (0,0001 Zoll) kleiner sein als der programmierte Radius.



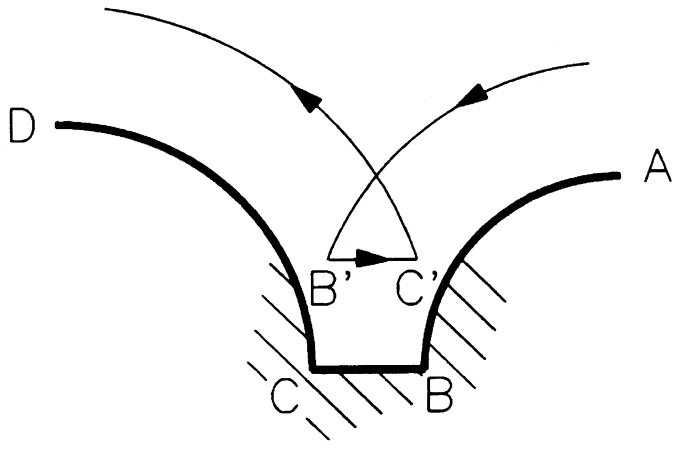
NB6250a

b. Die Kontur AB-BC wurde programmiert. Bei aktiver Radiuskorrektur wird das Werkzeug entlang CD zurückgezogen. Wenn BC kleiner ist als der doppelte Werkzeugradius, so wird das Werkzeug während der Verfahrbewegung von B' nach C' und von C' nach D' mit dem Werkstück kollidieren.



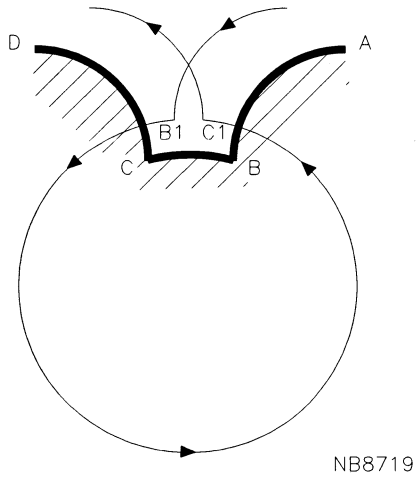
NB9620

c. Die im nachfolgenden Bild dargestellte Kontur wurde programmiert. Wenn die Gerade kleiner ist als der doppelte Werkzeugradius, so wird das Werkzeug während der Bearbeitung mit dem Werkstück kollidieren.



NB6250c

d. Die im nachfolgenden Bild dargestellte Kontur wurde programmiert. Das Werkzeug fährt auf Punkt B1, danach von B1 auf C1 und anschließend parallel entlang CD. Die Bewegungsrichtung während der Verfahrbewegung von B1 nach C1 entspricht der für den Kreis BC programmierten Bewegungsrichtung. Wenn die Kreisbewegung BC zu klein ist, so fährt das Werkzeug nahezu einen Vollkreis bevor es C1 erreicht.



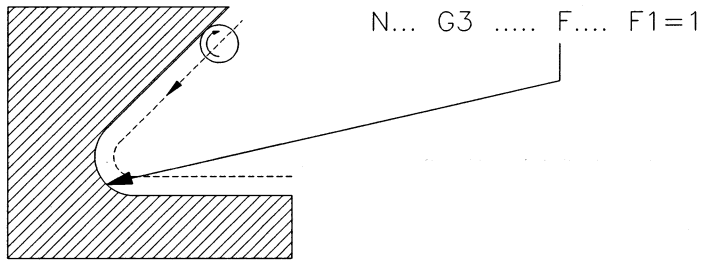
KONSTANTER SCHNITTVORSCHUB

Der Parameter F1= dient dazu, den programmierten Vorschub auf der Werkstückkontur konstant zu halten, ungeachtet des Fräserradiusses und der Konturform. Diese gesteuerte Geschwindigkeit wird als KONSTANTER SCHNITTVORSCHUB bezeichnet.

F1=0 kein konstanter Schnittvorschub (Einschaltzustand, M30, Softkey Programm abbrechen oder nach Softkey CNC rücksetzen). Der programmierte Vorschub sollte die Geschwindigkeit der Werkzeugspitze darstellen.

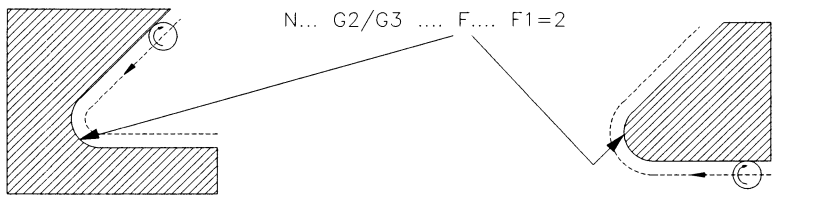
* Schnittvorschub zu groß
** Schnittvorschub zu klein

F1=1 konstanter Schnittvorschub nur auf der Innenseite von Kreisbögen. Der programmierte Vorschub wird herabgesetzt, um sicherzustellen, daß die Werkzeugspitze mit der herabgesetzten Geschwindigkeit auf der Innenseite eines Kreisbogens verfährt.



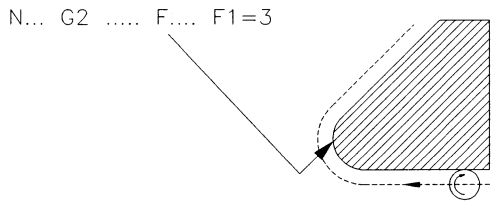
NB8788

F1=2 konstanter Schnittvorschub auf der Innen- und Außenseite von Kreisbogen. Der programmierte Vorschub wird herabgesetzt (Innenkreisbogen) bzw. heraufgesetzt (Aussenkreisbogen), um sicherzustellen, daß die Werkzeugspitze mit der neuberechneten Geschwindigkeit verfährt. Wenn die heraufgesetzte Geschwindigkeit größer ist als der über eine Maschinenkonstante definierte Maximalvorschub, so wird der Maximalvorschub verwendet.



NB8789

F1=3 konstanter Schnittvorschub nur auf der Außenseite von Kreisbögen. Der programmierte Vorschub wird heraufgesetzt, um sicherzustellen, daß die Werkzeugspitze mit der heraufgesetzten Geschwindigkeit auf der Außenseite eines Kreisbogens verfährt. Wenn die heraufgesetzte Geschwindigkeit größer ist als der über eine Maschinenkonstante definierte Maximalvorschub, so wird der Maximalvorschub verwendet.



NB8790

WECHSELN VON EINER FUNKTION DER RADIUSKORREKTUR AUF EINE ANDERE

Wird z.B. von G41 auf G42, G43 oder G44 gewechselt, so endet die Werkzeugbewegung in einer Position, die mit der zuerst wirksamen Funktion errechnet wurde und startet in einer Position, die mit der anderen wirksamen Funktion errechnet wurde. Wenn die beiden Positionen nicht zusammenfallen, so erfolgt eine geradlinige Vorschubbewegung von einer Position zur anderen.

ENDE DER RADIUSKORREKTUR

Die Radiuskorrektur wird mit der Funktion G40 gelöscht. Nachher programmierte Koordinaten beziehen sich auf die Bewegungen der Werkzeugspitze.

EBENE FÜR DIE RADIUSKORREKTUR

Die Radiuskorrektur erfolgt in der von G17, G18 und G19 angegebenen Ebene.

WERKZEUGACHSENBEWEGUNG

Eine simultane Verfahrbewegung in der Werkzeugachse und in den Achsen der Hauptebene (definiert von G17, G18 bzw. G19) bei wirksamer Radiuskorrektur ist möglich. Die korrigierten Bewegungen in den Hauptachsen können geradlinig oder kreisförmig sein.

SPIRALENINTERPOLATION

Bei Anwendung von Spiraleninterpolation läßt sich eine Kreisbewegung in der von G17, G18 bzw. G19 angegebenen Ebene mit Radiuskorrektur ausführen.

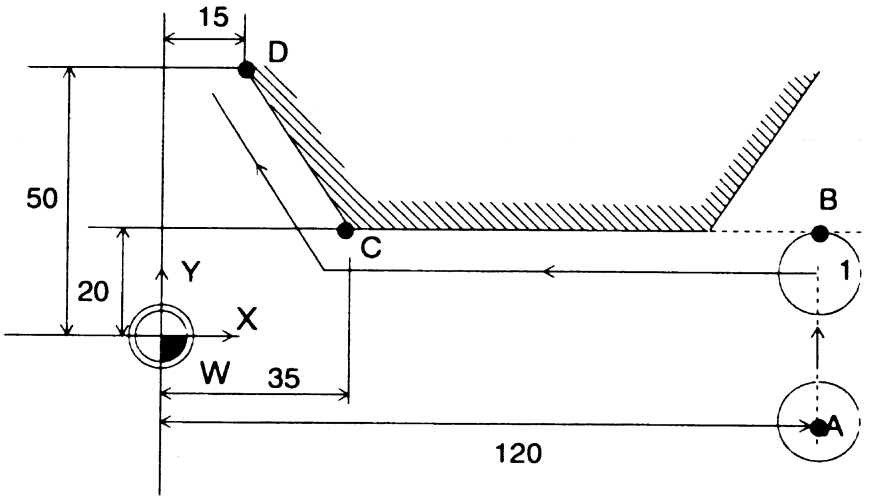
VERWENDUNG DES ZYLINDRISCHEN KOORDINATENSYSTEMS

Bei Verwendung des zylindrischen Koordinatensystems (G182) lassen sich die Funktionen G41, G42, G43, G44 auch in der Zylinderebene einsetzen.

ART DER FUNKTION modal

Beispiele

BEISPIEL 1



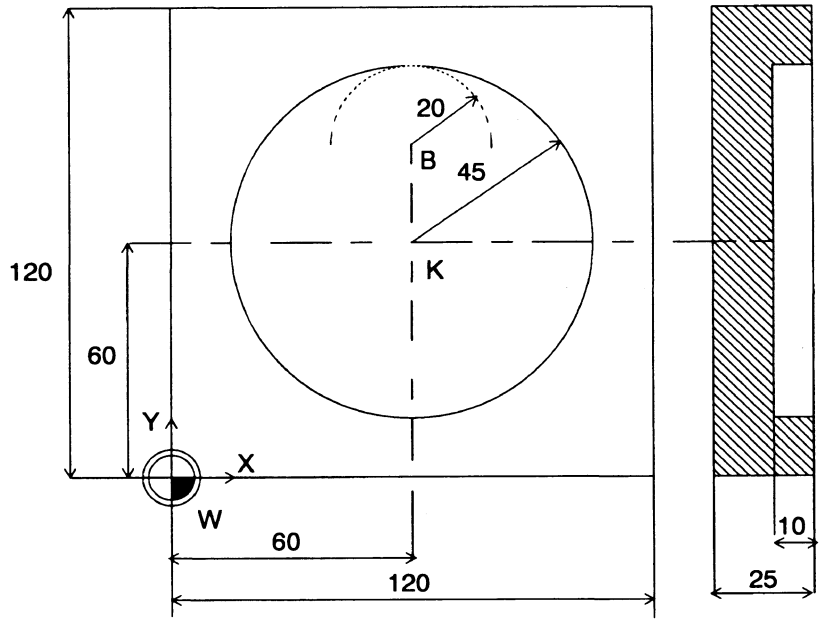
NB8604

```
N9999
N1 G17
N2 G54
N3 T1 M6
N4 G0 X120 Y-20 Z5 S3000 M3
N5 G1 Z-10 F600
N6 G43
N7 Y20
N8 G41
N9 X35
N10 X15 Y50
N11 G40
N12 G0 X120 Y-200 Z5 M30
```

Erläuterung:

N3	:	Werkzeug 1 (Durchmesser 10) und dessen Korrekturen einwechseln
N4	:	Spindel starten; Werkzeug im Eilgang auf Punkt A fahren
N5	:	Mit Vorschub (600 mm/min) auf Tiefe fahren
N6	:	Radiuskorrektur BIS aktivieren
N7	:	Werkzeug mit Vorschub BIS zum Punkt B fahren
N8	:	Radiuskorrektur LINKS aktivieren
N9-N10:		Werkzeug mit vorgegebenem Vorschub auf der linken Seite des Werkstückes verfahren
N11	:	Radiuskorrektur löschen
N12	:	Werkzeug im Eilgang auf Punkt A fahren

BEISPIEL 2



NB8603

N9998
N1 G17
N2 G54
N3 T1 M6
N4 G0 X60 Y85 Z0 S3000 M3
N5 G1 Z-10 F500
N6 G43 X80 F300
N7 G41
N8 G3 X60 Y105 R20
N9 I60 J60
N10 X40 Y85 R20
N11 G40
N12 G0 Z200 M30

Erläuterung:

N3 : Werkzeug einwechseln (Durchmesser 10)
N4 : Spindel starten; Werkzeug auf Startpunkt B fahren
N5 : Werkzeug auf Tiefe zustellen
N6 : Werkzeug BIS zum Startpunkt des kleinen Kreises fahren; neuen Vorschub mit 300 mm/min festlegen
N7 : Radiuskorrektur LINKS aktivieren
N8 : Eintritt des Werkzeuges in die Kontur über eine Kreisbewegung
N9 : Vollständigen Kreis fräsen
N10 : Kontur über eine kleine Kreisbewegung verlassen
N11 : Radiuskorrektur löschen
N12 : Werkzeug aus dem Werkstück herausziehen; Programmende

24. WZ-Radiuskorrektur bis/über Endpunkt G43/G44

Zweck

Positionieren des Werkzeuges mit Fräserradiuskorrektur BIS/ÜBER eine programmierte Position.

G43 aktiviert Radiuskorrektur BIS zu einer programmierten Position (der Werkzeugradius wird von der programmierten Position abgezogen)
G44 aktiviert Radiuskorrektur ÜBER eine programmierte Position (der Werkzeugradius wird zur programmierten Position hinzugezählt)

NB9647

G43 BIS G44 ÜBER

Format

N.. G43/G44 {Achsenkoordinaten}

Zugehörige Funktionen

G40, G41/G42, G61/G62 und für 3D-Werkzeugkorrektur G141

Alternativ

G43 wird in der Regel angewendet für achsparallele Positionierbewegungen. Wenn die Positionierbewegung nicht achsparallel ist, muß der Anfangspunkt B berechnet werden. Darum ist es besser, die Möglichkeiten von G61 (Tangentiales Anfahren) zu nutzen.

Hinweise und Verwendung

KREISBEWEGUNG

Die Anwendung der Funktion G43 oder G44 in Verbindung mit einer Kreisbewegung (G2/G3) führt zu einer Fehlermeldung. Kreisbewegungen sollten nur in Verbindung mit G41 oder G42 programmiert werden.

ACHSPARALLELE BEWEGUNG

Wenn die Funktion G43 oder G44 in Verbindung mit einer achsparallelen Bewegung verwendet wird, während nur eine Koordinate programmiert worden ist, so wird die Position in dieser Achse berechnet. Die andere Achse bleibt unverändert. G43 und G44 können daher nur bei Radiuskorrektur und achsparallelen Bewegungen verwendet werden.

EINTRITT IN EINE KONTUR MIT G43 ODER G44

Die Funktionen G43 und G44 erlauben den Eintritt in eine Kontur auf der Normale (=senkrecht zu) eines beliebigen Konturelements. Diese Art von Eintritt in eine Kontur wird empfohlen, weil dabei die Chance einer zufälligen Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück geringer ist als beim direkten Einsatz der Funktionen G41 und G42.
Siehe auch "ANFANG DER RADIUSKORREKTUR" unter G41/G42.

WECHSELN VON EINER FUNKTION DER RADIUSKORREKTUR AUF EINE ANDERE

Wird z.B. von G41 auf G42, G43 oder G44 gewechselt, so endet die Werkzeugbewegung in einer Position, die mit der zuerst wirksamen Funktion errechnet wurde und startet in einer Position, die mit der anderen wirksamen Funktion errechnet wurde. Wenn die beiden Positionen nicht zusammenfallen, so erfolgt eine geradlinige Vorschubbewegung von einer Position zur anderen.

ENDE DER RADIUSKORREKTUR

Die Radiuskorrektur wird mit der Funktion G40 gelöscht. Nachher programmierte Koordinaten beziehen sich auf die Bewegungen der Werkzeugspitze.

EBENE FÜR DIE RADIUSKORREKTUR

Die Radiuskorrektur erfolgt in der von G17, G18 und G19 angegebenen Ebene.

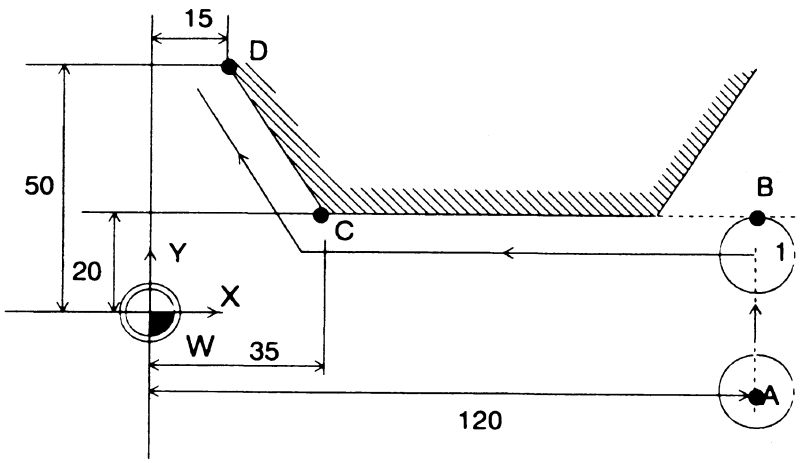
VERWENDUNG DES ZYLINDRISCHEN KOORDINATENSYSTEMS

Bei Verwendung des zylindrischen Koordinatensystems (G182) lassen sich die Funktionen G41, G42, G43, G44 auch in der Zylinderebene einsetzen.

ART DER FUNKTION modal

Beispiele

BEISPIEL 1



NB8604

N40 G0 X120 Y-15 Z10
N41 G1 Z-10 F500
N42 G43 Y20
N43 G41 X35
N44 X15 Y50

Erläuterung:

N40 : Werkzeug auf den Anfangspunkt A fahren und anschließend auf Tiefe zustellen
N41 : Vorschub mit 500 mm/min festlegen
N42 : Werkzeug BIS zum Werkstück fahren
N43 : Erste Fräsbewegung auf der linken Seite der Kontur starten

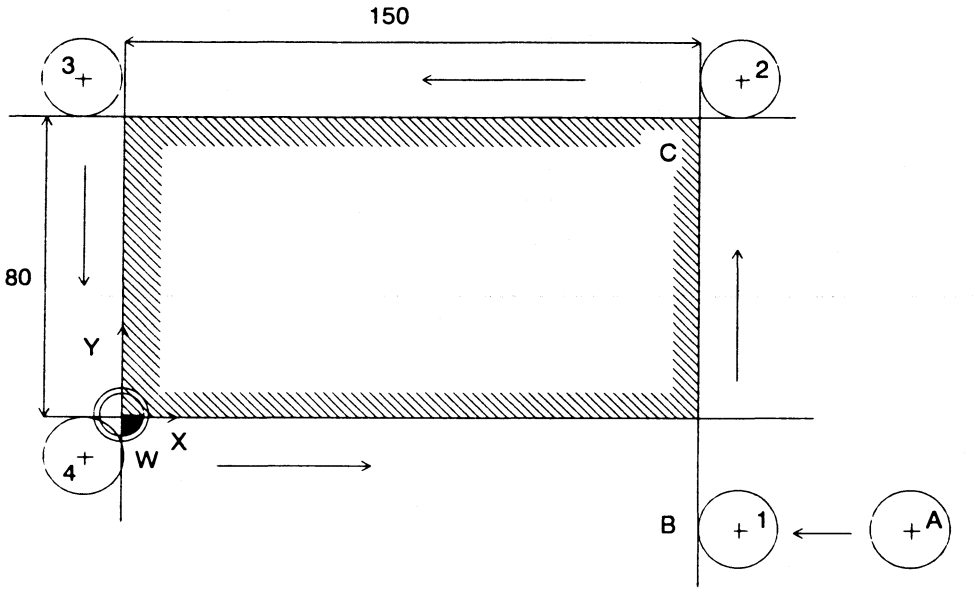
Alternativ mit G61

N41 G41
N42 G61 X120 Y20 Z-10 Z1=10 I2=5 R20 F500
N43 G1 X35
N44 X15 Y50

Erläuterung:

N41 : Nächste Bewegung auf der linken Seite
N42 : Werkzeug senkrecht zum Anfangspunkt fahren (Höhe Z1=...)
Vorschub mit 500 mm/min festlegen
Werkzeug BIS zum Werkstück fahren und auf Tiefe zustellen
X,Y,Z: Startpunkt von der Kontur
Z1: Anfangshöhe
I2=5: Senkrecht
R: Abstand senkrecht zum Anfangspunkt.
N43 : Erste Fräsbewegung auf der linken Seite der Kontur starten

BEISPIEL 2



NB8602

```
N9 T1 M6
N10 G0 X200 Y-20 Z-5 S1000 M3
N11 G43 X150
N12 G1 F200
N13 G44 Y80
N14 X0
N15 Y0
N16 X150
N17 G40 Y-20
N18 G0 X200
```

Erläuterung:

N9 : Werkzeug 1 und dessen Korrekturen einwechseln
N10 : Spindel im Uhrzeigersinn starten; Drehzahl 1000 U/min;
Werkzeug auf Position A und anschließend auf Tiefe fahren
N11 : Werkzeug im Eilgang BIS zu Punkt B fahren
N12 : Linearvorschub mit 200 mm/min festlegen
N13 : Werkzeug in der Y-Achse ÜBER Kante Y80 (Punkt 2) fahren;
die Funktion G44 bleibt in den nachfolgenden Sätzen wirksam
N14 : Werkzeug in der X-Achse ÜBER Kante X0 (Punkt 3) fahren
N15 : Werkzeug in der Y-Achse ÜBER Kante Y0 (Punkt 4) fahren
N16 : Werkzeug in der X-Achse ÜBER Kante X150 fahren
N17 : Radiuskorrektur löschen
N18 : Eilgangbewegung auf Position A

25. Messen eines Punktes G45

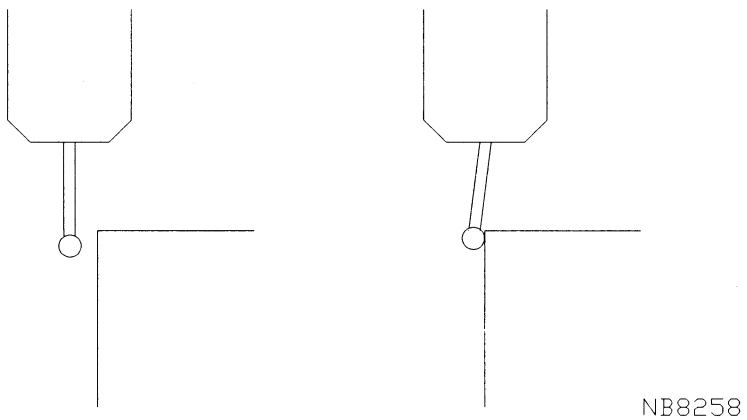
Bemerkung

Die Anwendung der Funktion beschränkt sich nur noch auf Programme, die an früheren Steuerungen erstellt wurden.

Die G45 Funktion arbeitet nur achsparallel. G145 hat eine verbesserte Funktionalität und kann auch nicht achsparallel messen. Darum ist es besser die neue Grundmeßbewegung G145 zu benützen.

Zweck

Messen der aktuellen Achsenkoordinate beim Ansprechen eines Berührungstasters, der auf die programmierte Position gefahren wird. Aus der Differenz zwischen der aktuellen und der programmierten Position läßt sich die Maßgenauigkeit des Werkstücks ermitteln.



Meßtaster bewegt sich zum Werkstück hin Meßtaster hat angesprochen

Format

N... G45 [Meßposition] [{I+/-1} {J+/-1} {K+/-1} {L+/-1}] {X1=...} {N=...} {E...}

Die Ebene für den Rundtisch wird bestimmt durch die Definition der 4. Achse in der Maschinenkonstanten Liste. (MC117 muß 4 sein und MC118 muß B(66) oder C(67) sein). L bezieht sich auf die 4. Achse B oder C. Die Drehachse A ist nicht erlaubt.

Parameter

Meßposition

X,Y,Z	Meßpunktkoordinate
C	Endwinkel vom Meßpunkt
P	Punktedefinitionsnummer

Meßparameter

I	Meßrichtung in X
J	Meßrichtung in Y
K	Meßrichtung in Z
L	Meßrichtung in Rund-Achse
X1=	Meßpunktvorlauf

Meßergebnisse

E	Parameternr. gemessene Koordinate
N=	Punktnr. für gemessene Koordinate

Wortweise Absolut-/Inkremental-Programmierung
X90=,Y90=,Z90= Meßpunkt absolut

Die Differenz zwischen der gemessenen und der programmierten Koordinate wird berechnet und intern gespeichert, zur Verwendung im Betrieb mit G49 oder G50.

Modale Wörter
E...=

Art der Funktion

Nicht modal

Zugehörige Funktionen

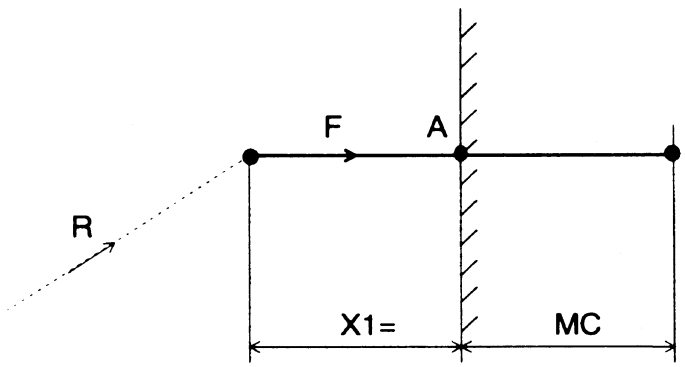
G46, G49, G50, G54 und die Grundmeßbewegung G145
M25, M27, M28
Wortweise Absolut-/Inkremental-Programmierung (X90=.., X91=..)

Hinweise und Verwendung

Meßposition

Die zu messende Position wird durch die programmierten Koordinaten angegeben.

VOR- UND NACHMEßDISTANZ



NB6901

Die Vormeßdistanz definiert die Meßstrecke vor der programmierten Position. Die Meßbewegung erfolgt mit Meßvorschub. Die Distanz wird mit dem Wort X1= programmiert.

Wenn X1= nicht programmiert ist, so wird an seiner Stelle automatisch ein festvorgegebener Wert (Maschinenkonstante MC844) verwendet.

Die Nachmeßdistanz (Maschinenkonstante MC845) definiert die maximale Meßstrecke nach der programmierten Position.

Meßablauf

1. Der Meßtaster fährt im Eilgang auf die Vormeßposition, die durch die programmierte Position und die Vormeßdistanz in der zu messenden Achse definiert wird. Diese Bewegung wird unter Kontrolle der Positionierlogik von G0 ausgeführt.

2. Nachdem der Meßtaster die Vormeßposition erreicht hat, fährt er mit festvorgegebenem Vorschub (Maschinenkonstante MC843) in der programmierten Richtung entlang der angegebenen Achse auf die programmierte Position. Der Meßtaster kann über diese Position hinaus fahren (Nachmeßdistanz), muß aber im Bereich zwischen der Vormeß- und Nachmeßdistanz ansprechen.

3. Wenn der Meßtaster das Werkstück berührt, wird die gemessene Koordinate gespeichert. Der Taster fährt im Eilgang zur Vormeßposition zurück.

SPEICHERN DES Meßergebnisses (E, N=)

Die gemessene Koordinate kann entweder im E-Parameterspeicher (E) oder/und im Punktespeicher (N=) abgelegt werden.

Eintragen der Koordinate in den E-Parameter hat den Vorteil, daß zusätzliche Berechnungen ausgeführt werden können, wie in einem Makro.

Die Differenz zwischen der gemessenen und der programmierten Koordinate wird berechnet und intern gespeichert, zur Verwendung im Betrieb mit G49 oder G50.

Die gespeicherten Differenzen werden durch Aktivieren einer neuen Meßfunktion (G45 oder G46), Softkey Programm abbrechen oder über Softkey CNC RÜCKSETZEN gelöscht.

FEHLERMELDUNGEN

Eine Fehlermeldung wird angezeigt und die Bewegung gestoppt wenn:

1. der Meßtaster während der Eilgangbewegung zur Vormeßposition einen Meßkontakt erhält

2. der Meßtaster über die Nachmeßdistanz hinaus fährt.

KOLLISIONSSCHUTZ

Wenn der Meßtaster während einer Verfahrbewegung anders als der eigentlichen Meßbewegung anspricht, so wird eine Fehlermeldung ausgelöst und die Bewegung gestoppt. Manchmal wird das Ansprechen des Meßtasters durch sehr schnelle Bewegungen hervorgerufen und nicht durch eine Kollision.

Über eine Maschinenkonstante (MC850) kann festgehalten werden, daß der Kollisionsschutz

- während der Meßbewegung und evtl. beim Rückzug nach dem Meßvorgang ausgeschaltet ist;
- bei allen Bewegungen oder nur bei Vorschubbewegungen wirksam ist.

WERKZEUGSPEICHER

Der Radius und die Länge des Meßtasters werden zusammen mit einer Werkzeugnummer im Werkzeugspeicher abgelegt. Für den Meßtaster kann der Werkzeugtyp Q3=9999 eingetragen werden.

Beispiel: P5 T5 Q3=9999 L150 R4

Beim Aufruf des Werkzeugs T5 mit Q3=9999 erkennt die Steuerung, daß dieses Werkzeug der Meßtaster ist. Der Tasterradius wird abgefragt und zum Korrigieren der Meßposition verwendet.

Wenn eine Funktion für den Spindellauf (M3 oder M4) programmiert ist, so wird diese Funktion unterdrückt und eine Fehlermeldung ausgegeben.

BLASLUFT VOR DER MESSUNG

Das Werkstück kann an der Meßoberfläche mit Hilfe von Blasluft gereinigt werden. Die Dauer der Blasluftzufuhr wird über eine Maschinenkonstante (MC842) festgelegt.

Die Blasluft wird über eine M-Funktion eingeschaltet, immer wenn eine Vormeßposition erreicht wird. Die betreffende M-Funktion ist der Maschinendokumentation des Werkzeugmaschinenherstellers zu entnehmen.

EINSCHRÄNKUNGEN

1. Mit einem G45-Satz kann jeweils nur eine Achsenkoordinate gemessen werden.

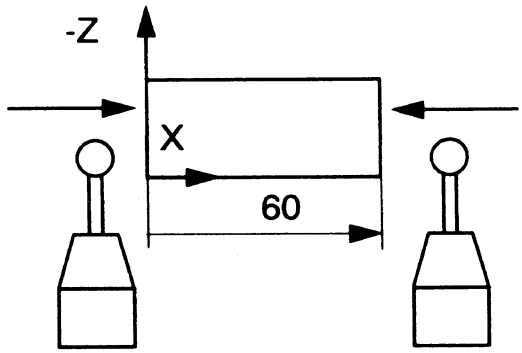
2. Der Meßtaster muß eine kugelförmige Meßspitze haben.

3. Der Meßtaster arbeitet nur auf Druckberührung, d.h. in der positiven Werkzeugachse kann nicht gemessen werden.

Hinweis: *G45 wird auch zusammen mit M25 zum Messen von Werkzeugmaßen eingesetzt. Für Einzelheiten siehe die Beschreibung von G45 + M25.*

Beispiel

BEISPIEL 1: Messen eines Punktes in der X-Achse



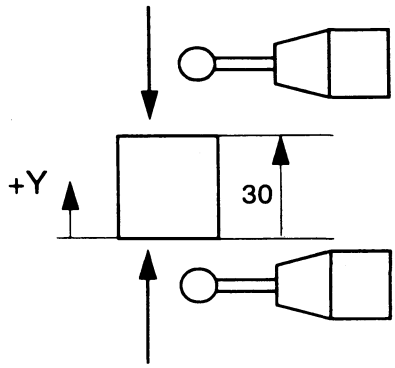
Messen in positiver Richtung

N.. G45 X0 Y20 Z-10 I1 E1 N=1

Messen in negativer Richtung

N.. G45 X60 Y20 Z-10 I-1 E1 N=1

BEISPIEL 2 : Messen eines Punktes in der Y-Achse



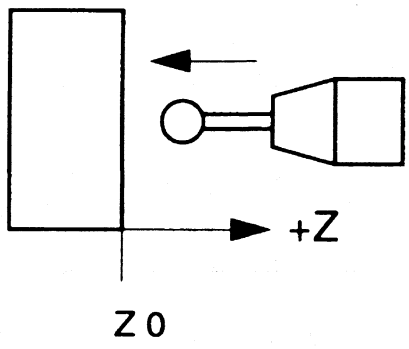
Messen in positiver Richtung

N.. G45 X30 Y0 Z-10 J1 E1 N=1

Messen in negativer Richtung

N.. G45 X30 Y30 Z-10 J-1 E1 N=1

BEISPIEL 3 : Messen eines Punktes in der Z-Achse



Messen in negativer Richtung

N.. G45 X30 Y30 Z0 K-1 E1 N=1

Hinweis: In der Werkzeugachse kann nur in negativer Richtung gemessen werden.

Erläuterung der Beispiele:

Der Punkt wird gemessen, die Meßposition errechnet und in Speicherstelle 1 des Punktespeichers oder in Parameter E1 eingetragen.

26. Messen von Werkzeugmaßen G45 + M25

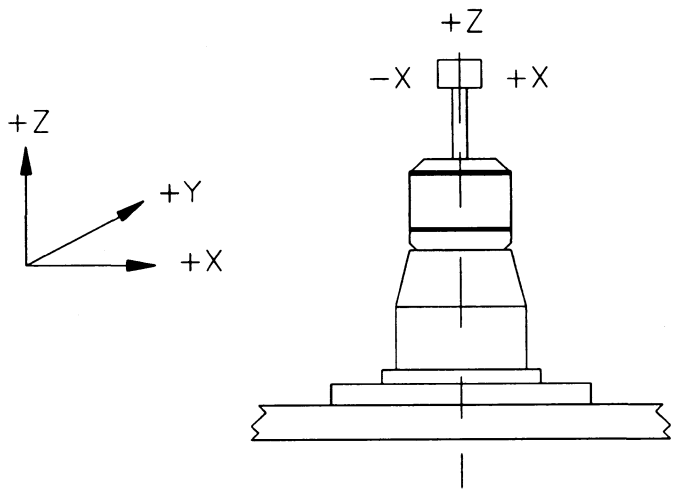
Bemerkung

Die Anwendung der Funktion beschränkt sich nur noch auf Programme, die an früheren Steuerungen erstellt wurden.

Die G45 Funktion arbeitet nur achsparallel. G145 hat eine verbesserte Funktionalität und kann auch nicht achsparallel messen. Darum ist es besser die neue Grundmeßbewegung G145 zu benützen.

Zweck

Messen von Werkzeugmaßen mit Hilfe eines Meßtasters mit würfelförmiger Meßspitze.



NB9806

Format

N... G45 {I...} {J...} {K...} {X1=...} M25

Parameter

I	Meßrichtung in X
J	Meßrichtung in Y
K	Meßrichtung in Z
L	Meßrichtung in Rund-Achse
X1=	Meßpunktvorlauf

Modale Wörter
E...=

Art der Funktion

Nicht modal

Zugehörige Funktionen

G45, G46, G49, G50
M26, M27, M28

Hinweise und Verwendung

MESSEN DER WERKZEUGMAßE

Zum Messen der Werkzeugmaße wird ein Meßtaster mit würfelförmiger Spitze an einer festen Stelle der Werkzeugmaschine verwendet.

Beim Messen in der Werkzeugachse erhält man die Werkzeuglänge.
Beim Messen in zwei Richtungen der gleichen Achse erhält man den Werkzeugradius.

LAGE DES MEßTASTER MIT WÜRFELFÖRMIGER MEßSPITZE

Die Lage des Meßtasters (MC3155, MC3?55) mit würfelförmiger Spitze sowie deren Breite (MC847) werden als Maschinenkonstanten gespeichert.

MEßABLAUF

Der Ablauf des Meßvorgangs ist ähnlich wie bei G45. Statt der Programmierung der Lage des festen Meßtasters werden deren Koordinaten im Maschinenkonstantenspeicher abgefragt.

OPTIMIEREN DES WERKZEUGSPEICHERS

Die Daten im Werkzeugspeicher werden mit der Funktion G50 optimiert. Für Einzelheiten siehe die Beschreibung von G50.

Hinweise:

1. Werkzeugmessungen können ebenfalls an der Steuerung vorgenommen werden, und zwar in der Betriebsart BEDIENUNG. Einzelheiten sind der Bedienungsanleitung zu entnehmen.

2. Für die automatische Messung von Werkzeugmaßen mit Hilfe einer Meßdose sei auf die Beschreibung von G145 verwiesen.

Beispiel

Messen der Werkzeuglänge

```
N89 T1 M6
N90 G45 K-1 X1=5 M25
N91 G50 T1 L1=1
```

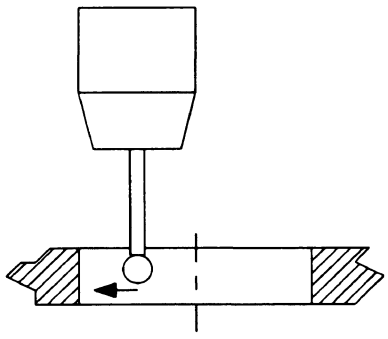
Erläuterung:

N89 : Werkzeug 1 einwechseln
N90 : Werkzeuglänge in der negativen Richtung der Z-Achse messen. Die Vormeßdistanz beträgt 5 mm.
N91 : Länge von Werkzeug 1 im Werkzeugspeicher korrigieren.

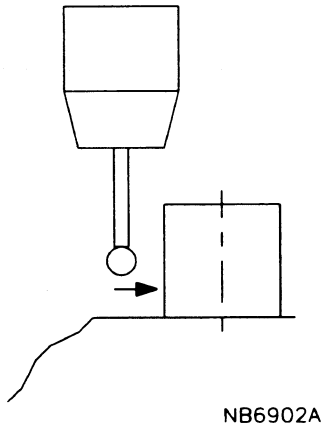
27. Messen eines Vollkreises G46

Zweck

Messen eines Vollkreises und Ermitteln der Mittelpunktkoordinaten und der Differenz zwischen dem programmierten und dem errechneten Kreisradius.



Messen eines Innenkreises



Messen eines Aussenkreises

Format

Messen eines Innenkreises:

N... G46 [Kreismittelpunktkoordinaten] R... {I+1 J+1} {I+1 K+1} {J+1 K+1} {F...} {X1=...} N=... E...

Messen eines Aussenkreises:

N... G46 [Kreismittelpunktkoordinaten] R... {I-1 J-1} {I-1 K-1} {J-1 K-1} {F...} {X1=...} N=... E...

Parameter

Kreisparameter
X,Y,Z Lochkreismittelpunkt
C Endwinkel vom Meßpunkt
P Punktedefinitionsnummer
R Kreisradius

Meßparameter
I Meßrichtung in X
J Meßrichtung in Y
K Meßrichtung in Z
F Vorschub zwischen den Meßpunkten
X1= Meßpunktvorlauf
Meßergebnisse
E Parameternr. gemessener Radius
N= Punktnr. gemessener Mittelpunkt

Wortweise Absolut-/Inkremental-Programmierung (X90=.., X91=..)
X90=,Y90=,Z90= Mittelpunkt absolut

Modale Wörter
E...=

Art der Funktion

Nicht modal

Zugehörige Funktionen

G45, G49, G50, G54
M26, M27, M28
Wortweise Absolut-/Inkremental-Programmierung (X90=.., X91=..)

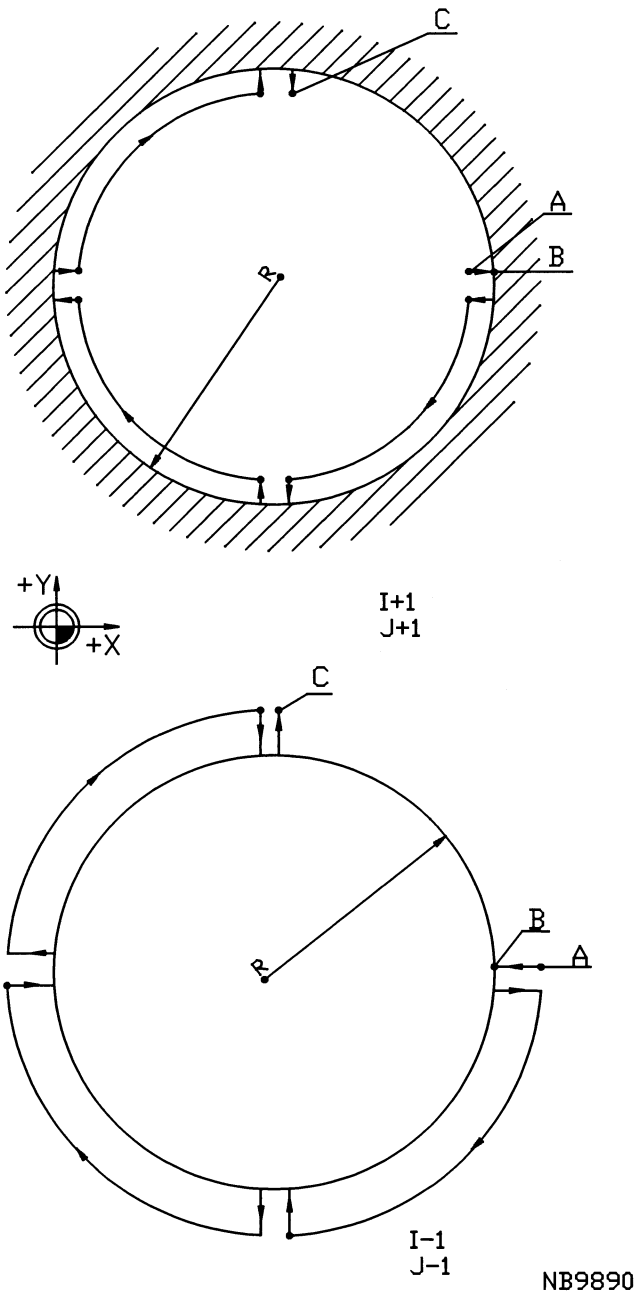
Hinweise und Verwendung

Die G46 Funktion ist für das Messen von einem Kreis. Unter die Grundmeßbewegung G145 ist ein Makro beschreiben, womit auch einem Kreis gemessen werden kann.

MESSEN DER POSITIONEN

Beim Ausführen eines G46-Satzes werden vier Positionen gemessen. Die Messungen werden so vorgenommen, als wären vier G45-Sätze programmiert. Für Einzelheiten siehe die Beschreibung von G45, Abschnitte VOR- UND NACHMEßDISTANZ, WERKZEUGSPEICHER, BLASLUFT VOR DER MESSUNG und KOLLISIONSSCHUTZ.

MEßABLAUF



A = Anfangsposition (wird angefahren mit Eilgang)
B = Meßposition
C = Endposition

1. Der Meßtaster fährt im Eilgang auf die Vormeßposition des ersten zu messenden Punktes. Diese Position wird durch den programmierten Kreismittelpunkt, den programmierten Radius und die Vormeßdistanz (X1=) definiert. Die Bewegung erfolgt unter Kontrolle der Positionierlogik von G0.

2. Der Meßtaster fährt mit festvorgegebenem Vorschub (Maschinenkonstante MC843) zum ersten Punkt auf dem programmierten Kreis. Der Taster kann über diesen Punkt hinaus fahren, muß aber im Bereich zwischen der Vormeß- (MC844) und Nachmeßdistanz (MC845) ansprechen.

3. Hat der Meßtaster korrekt angesprochen, wird die Meßposition automatisch gespeichert. Der Meßtaster fährt dann mit dem eingestellten Vorschub zur Ausgangsposition zurück und anschließend mit dem programmierten Vorschub (F-Wort) im Uhrzeigersinn auf dem Kreis, bis die zweite Vormeßposition erreicht wird.

4. Der oben beschriebene Vorgang wird für die zweite, dritte und vierte Position wiederholt.

5. Nachdem die vierte Position gemessen wurde, werden aus den vier gemessenen Positionen der Kreismittelpunkt und der Radius errechnet. Die Koordinaten des Kreismittelpunktes werden im Punktespeicher und der Radius im E-Parameterspeicher abgelegt.

MESSEN DES INNEN- ODER AUSSENKREISES (I/J/K)

Jedes Adressenpaar aus den Adressen I, J, K definiert sowohl den Typ des zu messenden Kreises als auch die Ebene, in der der Kreis liegt. In jedem G46-Satz muß ein Adressenpaar angegeben sein.

Ebene	Innenkreis		Aussenkreis	
XY (G17)	I+1	J+1	I-1	J-1
XZ (G18)	I+1	K+1	I-1	K-1
XZ (G19)	J+1	K+1	J-1	K-1

SPEICHERN DER MITTELPUNKTKOORDINATEN (N=)

Mit dem Wort N= wird die Stelle im Punktespeicher angegeben, an der die errechneten Mittelpunktkoordinaten gespeichert werden. N=12, zum Beispiel, bedeutet, daß die Mittelpunktkoordinaten in P12 gespeichert werden.

SPEICHERN DES KREISRADIUS (E)

Mit dem E-Wort wird der E-Parameter angegeben, in den der errechnete Radius eingetragen wird. E45, zum Beispiel, bedeutet, daß der Kreisradius als der Wert von E-Parameter 45 gespeichert wird.

FEHLERMELDUNGEN

Es wird eine Fehlermeldung angezeigt und die Bewegung gestoppt wenn:

1. der Meßtaster während der Verfahrbewegung zur Vormeßposition einen Meßkontakt erhält.

2. der Meßtaster über die Nachmeßdistanz hinaus fährt.

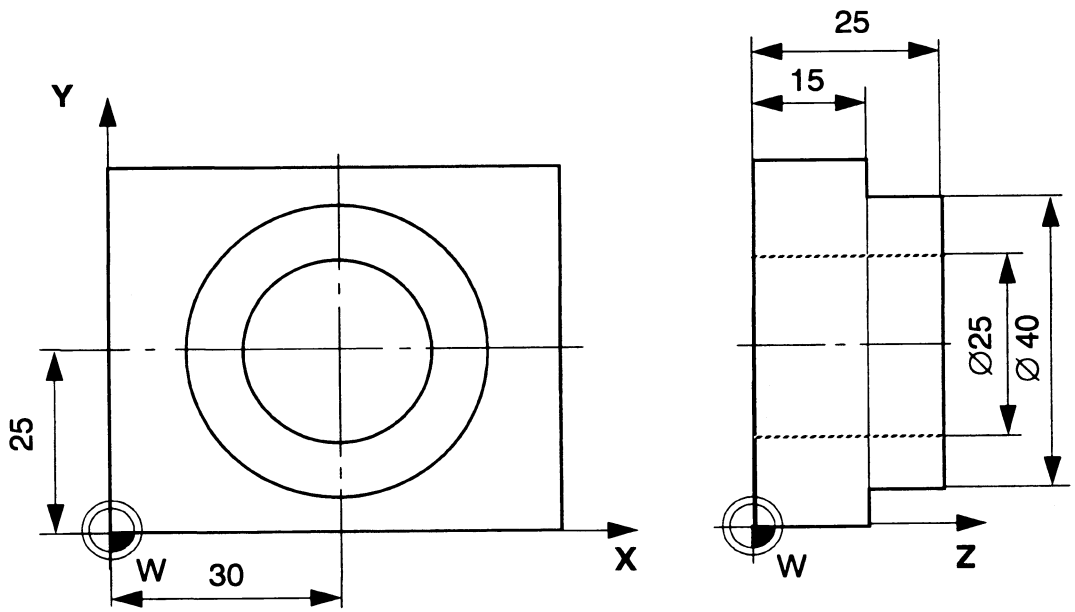
EINSCHRÄNKUNG

Mit einem M46-Satz kann jeweils nur ein Kreis gemessen werden.

Hinweis: G46 wird zusammen mit M26 zum Kalibrieren des Meßtasters verwendet. Für Einzelheiten siehe die Beschreibung von G46 + M26.

Beispiel

Messen eines Innen- und Aussenkreises in der XY-Ebene



Messen des Innenkreises:

N... G46 X30 Y25 Z20 I+1 J+1 R12.5 F3000 N=59 E24

Messen des Aussenkreises:

N... G46 X30 Y25 Z20 I-1 J-1 R20 F3000 N=58 E23

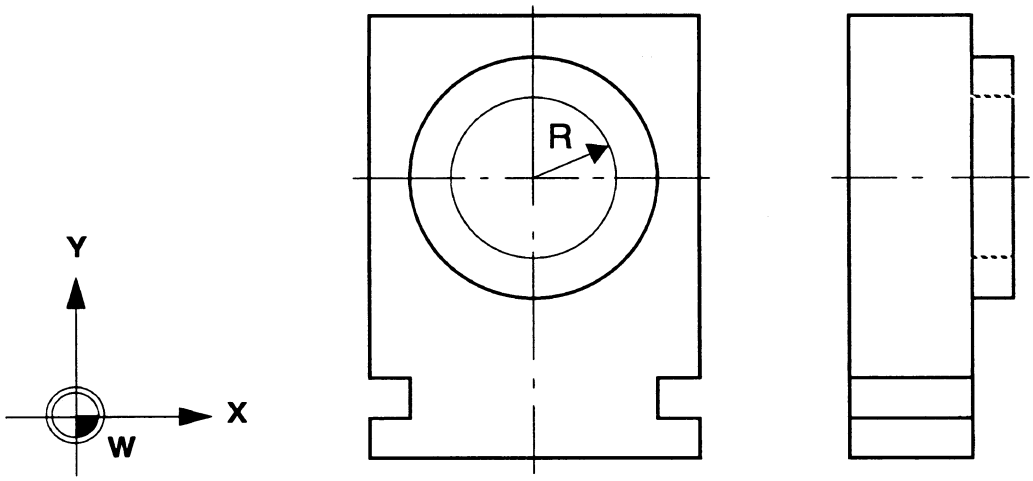
Erläuterung:

Die Kreise werden gemessen. Die errechneten Mittelpunkte werden im Punktespeicher und die errechneten Radien im Parameterspeicher abgelegt.

28. Meßtasterkalibrierung G46 + M26

Zweck

Durch Antasten eines Kalibrierringes (Ringlehre mit exakt bekanntem Durchmesser) den Radius eines Berührungstasters ermitteln.



Der Meßtaster muß kalibriert werden wenn
- er zum ersten mal eingesetzt wird,
- der Meßtasterstift ausgewechselt wird,
- der Meßtasterstift verbogen ist.

Hinweis: Es wird angenommen, daß die Lage der Kugelmitte bezogen auf die Spindelachse bereits bestimmt wurde.

Format

Messen einer Innenringlehre:
N... G46 {I+1 J+1} {I+1 K+1} {J+1 K+1} {F...} {X1=...} M26

Messen einer Aussenringlehre:
N... G46 {I-1 J-1} {I-1 K-1} {J-1 K-1} {F...} {X1=...} M26

Zugehörige Funktionen

G45, G46, G49, G50
M25, M27, M28

Parameter

I Meßrichtung in X
J Meßrichtung in Y
K Meßrichtung in Z
F Vorschub zwischen den Meßpunkten
X1= Meßpunktvorlauf
Modale Wörter
E...=

Art der Funktion

Nicht modal

Hinweise und Verwendung

LAGE DES KALIBRIERRINGES

Die Lage des Kalibrierringes (MC3157, MC3?57) und dessen Radius (MC848) werden im Maschinenkonstantenspeicher abgelegt.

MEßABLAUF

Der Ablauf des Meßvorgangs ist ähnlich wie bei G46. Statt der Programmierung der Lage der Ringlehre werden deren Koordinaten im Maschinenkonstantenspeicher abgefragt.

MESSEN DER INNEN- ODER AUSSENRINGLEHRE (I/J/K)

Jedes Adressenpaar aus den Adressen I, J, K definiert sowohl den Typ des zu messenden Ringes als auch die Ebene, in der der Ring liegt. Jeder G46-Satz muß ein Adressenpaar enthalten.

Ebene	Innenring		Aussenring	
XY (G17)	I+1	J+1	I-1	J-1
XZ (G18)	I+1	K+1	I-1	K-1
Z (G19)	J+1	K+1	J-1	K-1

OPTIMIEREN DES MEßTASTERRADIUS

Die Differenz zwischen dem im Maschinenkonstantenspeicher abgelegten Ringradius und dem gemessenen Radius wird zum Optimieren des Meßtasterradius verwendet. Der neue Radiuswert wird im Werkzeugspeicher für das aktive Werkzeug (=Meßtaster) abgelegt.

KALIBRIEREN DES MEßTASTERS

Eingangs wurde erwähnt, wann der Meßtaster kalibriert werden muß. Kalibrieren ist ebenfalls erforderlich, wenn

- die Genauigkeit nachläßt,
- die Wiederholgenauigkeit bei der Meßtasterausrichtung in der Spindel außerhalb des Toleranzbereiches liegt. In diesem Fall ist die Kalibrierung des Meßtasters bei jedem Einsatz notwendig.

Beispiel

```
N46002
N1 G17
N2 T1 M6
N3 D207 M19
N4 G46 I1 J1 M26
N5 Z200
N6 M30
```

Erläuterung:

N1 : XY-Ebene als Bearbeitungsebene festlegen
N2 : Meßtaster einwechseln
N3 : Definierter Spindelstop
N4 : Meßtaster kalibrieren indem er auf die Innenfläche einer in der XY-Ebene befindlichen Ringlehre gefahren wird. Der erfaßte Meßtasterradius wird in der für das aktive Werkzeug (T1) bestimmte Stelle im Werkzeugspeicher abgelegt. Die Vormeßdistanz ist ein festvorgegebener Wert (MC844).

29. Vergleich der Toleranzwerte G49

Bemerkung

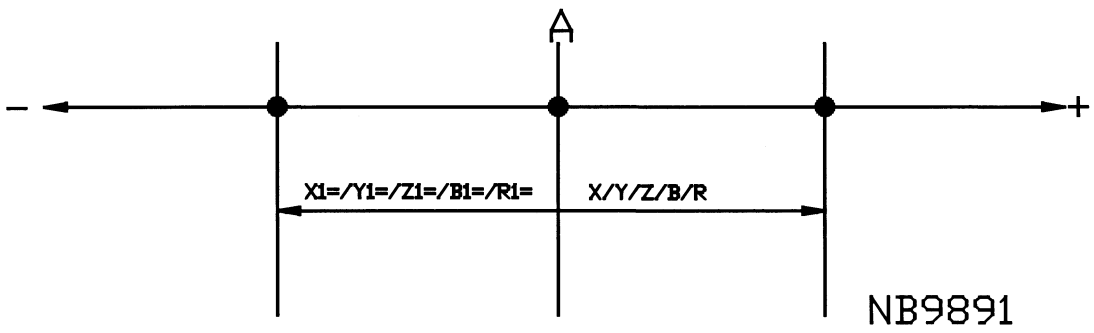
Die Anwendung der Funktion beschränkt sich nur noch auf Programme, die an früheren Steuerungen erstellt wurden.

Die G49 Funktion ist, da der G45 einen internen Speicher benützt, nur zusammen mit G45 benutzbar. Grundmeßbewegung G145 benutzt E-Parameter und kann die gleiche Funktionalität bekommen werden. Darum ist es besser die neue Grundmeßbewegung G145 zu benützen.

Zweck

Vergleich, ob die Differenz zwischen dem programmierten Wert und dem während des G45- oder G46-Betriebes ermittelten Meßwert innerhalb festgelegter Maßtoleranzgrenzen liegt.
Liegt die Differenz innerhalb der Toleranzgrenzen, so wird die Programmabarbeitung fortgesetzt.
Liegt die Differenz außerhalb der Toleranzgrenzen, so ergeben sich folgende Möglichkeiten:

- ein Programmteil kann wiederholt werden bis die Differenz im Toleranzbereich liegt, oder
- es kann ein bedingter Sprung im Programm ausgeführt werden, bzw.
- es wird eine Fehlermeldung angezeigt.



A = Programmierter Punkt

Der Meßpunkt muß zwischen dem oberen Grenzmaß (X/Y/Z/B/R) und dem unteren Grenzmaß (X1=/Y1=/Z1=/B1=/R1=) des Toleranzbereichs liegen.

Format

Programmteilwiederholung:
N... G49 {X...,X1=...} {Y...,Y1=...} {Z...,Z1=...} {B..,B1=..} {C..,C1=..} {R..,R1=..} N1=... {N2=...} {E...}

Die Ebene für den Rundtisch wird bestimmt durch die Definition der 4. Achse in der Maschinenkonstanten Liste. (MC117 muß 4 sein und MC118 muß B(66) oder C(67) sein). B,B1 bezieht sich auf die 4. Achse B oder C. R gilt für die Ebene der Rundtisch. Die Drehachse A ist nicht erlaubt.

Bedingter Sprung:
N... G49 {X...,X1=...} {Y...,Y1=...} {Z...,Z1=...} {B...,B1=...} {C...,C1=...}{R...,R1=...} N=... E...

Anzeige einer Fehlermeldung:
N... G49 {X...,X1=...} {Y...,Y1=...} {Z...,Z1=...} {B...,B1=...} {C...,C1=...} {R...,R1=...}

Zugehörige Funktionen

G45, G46, G50

Parameter

Toleranzwerte
X Positiver Toleranzwert in X
X1= Negativer Toleranzwert in X
Y Positiver Toleranzwert in Y
Y1= Negativer Toleranzwert in Y
Z Positiver Toleranzwert in Z
Z1= Negativer Toleranzwert in Z
B Positiver Toleranzwert in B
B1= Negativer Toleranzwert in B
R Positive Toleranz für Kreisradius
R1= Negative Toleranz für Kreisradius

Bedingter Sprung
E Sprungbedingung: E > 0
N= Sprung zu Satznummer

Wiederholung eines Programmteils
N1= Wiederholung Anfangsatznummer
N2= Wiederholung Endsatznummer

Modale Wörter
E...=

Hinweis

Die Differenz zwischen der gemessenen und der programmierten Koordinate wird berechnet und intern gespeichert, zur Verwendung im Betrieb mit G49 oder G50.

Art der Funktion

Nicht modal

Hinweise und Verwendung

FORTSETZUNG WENN DIE MAßTOLERANZ EINGEHALTEN WURDE

Liegt die Differenz zwischen Meßwert und programmiertem Wert innerhalb der festgelegten Toleranzgrenzen, so wird die Programmabarbeitung mit dem auf G49 folgenden Satz fortgesetzt.

PROGRAMMTEILWIEDERHOLUNG (E, N1=, N2=)

Die Wörter E, N1= und N2= dienen zum Wiederholen eines Programmteils, falls ein bestimmtes Grenzmaß überschritten wurde.

Das E-Wort gibt die Anzahl der Wiederholungen an (E>0).
Wenn kein E-Wort programmiert ist, so wird die Satzfolge nur einmal wiederholt.

SATZNUMMERN DER ZU WIEDERHOLENDEN SATZFOLGE (N1= , N2=)

Diese Satznummern müssen im gleichen Teileprogramm oder Unterprogramm enthalten sein.

Wenn N2= nicht programmiert ist, so wird nur der mit N1= angegebene Satz dem E-Wort entsprechend wiederholt.

ABLAUF DER ZU WIEDERHOLENDEN PROGRAMMSÄTZE

Die Reihenfolge, in der die Sätze des zu wiederholenden Programmteils abgearbeitet werden, muß der ursprünglich programmierten Reihenfolge entsprechen, d.h. Satz N1=.. wird vor Satz N2=.. abgearbeitet.

FORTSETZUNG NACH DER WIEDERHOLUNG

Nach der Wiederholung wird die Programmabarbeitung mit dem Satz nach G49 fortgesetzt.

BEDINGTER SPRUNG (N=, E)

Die Wörter N= und E dienen zur Angabe eines bedingten Sprunges, falls ein bestimmtes Grenzmaß überschritten wird.

Zur Ausführung eines bedingten Sprunges muß der in den E-Parameter eingetragene Zahlenwert größer sein als Null.

Mit dem Wort N= wird die Satznummer im gleichen Programm oder Unterprogramm angegeben, zu der gesprungen wird falls E>0.

FORTSETZUNG WENN KEIN SPRUNG AUSGEFÜHRT WIRD

Wird kein Sprung ausgeführt weil die Grenzmaße nicht überschritten wurden oder weil E<0, so wird die Programmabarbeitung mit dem Satz nach G49 fortgesetzt.

FEHLERMELDUNG

Die CNC löst eine Fehlermeldung aus, wenn der Meßwert ein bestimmtes Grenzmaß überschritten hat und weder eine Programmteilwiederholung noch ein bedingter Sprung programmiert wurde.

FORTSETZUNG NACH EINER FEHLERMELDUNG

Nach Rückstellen der Fehlermeldung wird die Programmabarbeitung mit dem Satz nach G49 fortgesetzt.

TOLERANZVERGLEICH

Soll geprüft werden, ob die Werkstückmaße innerhalb der gesetzten Toleranzgrenzen liegen, so werden dazu zwei G49-Sätze benötigt. Die Vorgehensweise ist folgende:

1. Prüfen, ob das obere Grenzmaß überschritten wurde. Falls ja, ist das Werkstück zu groß und muß ein Sprung aus dem für den Meßvorgang vorgesehenen Programmteil heraus vorgenommen werden.
2. Prüfen, ob das untere Grenzmaß überschritten wurde. Falls ja, ist das Werkstück zu klein und muß ein neues Werkstück gefertigt werden, d.h. der betreffende Programmteil muß mit einem korrigierten Werkzeugradius wiederholt werden.

Beispiele

BEISPIEL 1 : Wiederholung eines Programmteils

N97 G49 X0.005 X1=0.002 N1=80 N2=95 E2

Erläuterung:

Ist die Meßposition um mehr als 0,005 mm größer bzw. um mehr als 0,002 mm kleiner als die programmierte Position, so wird der Programmteil von Satz N80 bis Satz N95 zweimal wiederholt. Nach der Programmteilwiederholung wird die Programmabarbeitung mit dem Satz nach N97 fortgesetzt.

Alternativ:
E2 ist das Nennmaß
E3 ist Meßposition von G145.
N97 G29 E0 E0=E3<(E2-0.002) N=100
N98 G29 E0 E0=E3>(E2+0.005) N=100
N99 G14 N1=80 N2=95 J2
N100 ...

Erläuterung:

N97 : Sprung nach N100 wenn Meßposition kleiner ist als 0.002 mm.
N98 : Sprung nach N100 wenn Meßposition Größer ist als 0.005 mm.
N99 : Programm wiederholung zweimal.

BEISPIEL 2 : Bedingter Sprung

N197 G49 X0.005 X1=0.002 E10 N=80

Erläuterung:

Ist die Meßposition um mehr als 0,005 mm größer bzw. um mehr als 0,002 mm kleiner als die programmierte Position, und ist der in Parameter E10 eingetragene Wert größer als 0, so erfolgt ein Sprung zur Satznummer N80, wonach die Programmabarbeitung ab diesem Satz fortgesetzt wird.

Alternativ:
E2 ist erwünschte Position.
E3 ist Meßposition von Einer G145.
N96 G29 E10 N=99
N97 G29 E0 E0=E3<(E2-0.002) N=80
N98 G29 E0 E0=E3>(E2+0.005) N=80
N99 ...

BEISPIEL 3 : Bedingter Sprung und Programmteilwiederholung

N10 G49 R.02 R1=2 E1 N=13 E1=1
N11 G49 R2 R1=.02 N1=1 N2=6

Erläuterung:

N10 Ist die Meßposition um mehr als 0,02 mm größer als die programmierte Position, so erfolgt ein Sprung zur Satznummer N13. R1= wird "hoch" gesetzt, um zu verhindern, daß das Grenzmaß überschritten wird.
N11 Ist die Meßposition um mehr als 0,02 mm kleiner als die programmierte Position, so wird der Programmteil von Satz N1 bis Satz N6 wiederholt. R wird "hoch" gesetzt, um zu verhindern, daß das Grenzmaß überschritten wird.

Alternativ:
E2 ist das Nennmaß des Kreisradiusses.
E3 ist Meßposition Kreisradius.
N10 G29 E0 E0=E3>(E2+0.02) N=80
N98 G29 E0 E0=E3>(E2-0.02) N=95
N99 G14 N1=1 N2=16

30. Verrechnung der Meßwerte G50

Bemerkung

Die Anwendung der Funktion beschränkt sich nur noch auf Programme, die an früheren Steuerungen erstellt wurden.

Die G50 Funktion ist, da der G45 einen internen Speicher benützt, nur zusammen mit G45 benutzbar. Grundmeßbewegung G145 benutzt E-Parameter und kann die gleiche Funktionalität bekommen werden. Darum ist es besser die neue Grundmeßbewegung G145 zu benützen.

Zweck

Ändern der Nullpunktverschiebungen oder Werkzeugmaßen, in Abhängigkeit der aus den erfaßten Differenzwerten hergeleiteten Korrekturwerte.

Format

Ändern der Nullpunktverschiebungen:
Mit Standard Nullpunkten oder MC84=0:
N... G50 {X1} {I...} {Y1} {J...} {Z1} {K...} [{B1}{C1}{C2}] [{B1=..}{C1=..}] {L...} **N=...**

Mit erweiterten Nullpunkten mit MC84>0:
N... G50 {X1} {I...} {Y1} {J...} {Z1} {K...} [{B1}{C1}{C2}] {{B1=..}{C1=..}] {L...} **N=54.[nr]**
In **G54.[nr]** muß [nr] mit zwei Ziffern eingetragen werden (G54.01 und G54.10).

Die Ebene für den Rundtisch wird bestimmt durch die Definition der 4. Achse in der Maschinenkonstanten Liste. (MC117 oder MC120 muß 4 sein und die bei gehörige Achse namen müssen B(66) oder C(67) sein). B1 oder C1 bezieht sich auf die 4. Achse B oder C. Die Drehachse A ist nicht erlaubt.

Ändern der Werkzeuglänge:
N... G50 T... L1=1 {I...} {J...} {K...} {T2=...}

Ändern des Werkzeugradius:
N... G50 T... R1=1 {X1=...} {T2=...}

Zugehörige Funktionen

G45, G46, G49

Parameter : Nullpunktverschiebungen

N=	Meßwert NPV G52-G59 verrechnen
X	X1: Nullpunktverschiebung in X
Y	Y1: Nullpunktverschiebung in Y
Z	Z1: Nullpunktverschiebung in Z
B	B1: Nullpunktverschiebung in B
C	C1: Nullpunktverschiebung in C
I	Korrekturfaktor für X
J	Korrekturfaktor für Y
K	Korrekturfaktor für Z
L	Korrekturfaktor für Rund-Achse
B1=	Prog.Winkel in B nach Verrechnung
C1=	Prog.Winkel in C nach Verrechnung

Parameter : Werkzeugmaße

T Verrechnung in Werkzeugnummer
X1= Korrekturfaktor für WZ-Radius
L1= L1=1: Korrektur der WZ-Länge
R1= R1=1: Korrektur vom WZ-Radius

Modale Wörter
E...=, T2=

Art der Funktion

Nicht modal

Hinweise und Verwendung

KORRIGIEREN DER VERSCHIEBUNGSWERTE (N=)

Die Funktion G50 erlaubt den Eintrag in den Nullpunktverschiebungsspeicher neuer, aus den erfaßten Korrekturwerten hergeleiteten Verschiebungswerte.

MULTIPLIKATIONSFAKTOR FÜR DIE ACHSEN (I,J,K,L)

Auf die gemessene Differenz kann ein Multiplikationsfaktor angewendet werden. K.8, zum Beispiel, bedeutet, daß die Differenz in der Z-Achse mit 0,8 zu multiplizieren ist.
Der Multiplikationsfaktor kann einen positiven oder negativen Wert darstellen.
Wenn kein Multiplikationsfaktor angegeben ist, so wird an seiner Stelle automatisch den festvorgegebenen Wert +1 verwendet.

MASCHINENKONFIGURATIONEN (B1,C1,C2)

B-Achse B1: Zum Ausrichten eines aufgespannten Werkstückes auf einem um die Y-Achse drehenden Rundtisch (B-Achse) genügt die Messung von zwei Punkten in X und Z. Der Rotationswinkel ist bezogen auf die X-Achse.
Der Rundtisch liegt in der XZ-Ebene.
Das Werkstück dreht sich um die Y-Achse.
Der Meßtaster befindet sich in der Z-Richtung.

C-Achse C1: Zum Ausrichten eines aufgespannten Werkstückes auf einem um die Z-Achse drehenden Rundtisch (C-ACHSE) genügt die Messung von zwei Punkten in X und Y. Den Rotationswinkel ist bezogen auf die X-Achse.
Der Rundtisch liegt in der XY-Ebene.
Das Werkstück dreht sich um die Z-Achse.
Der Meßtaster befindet sich in der Z-Richtung.

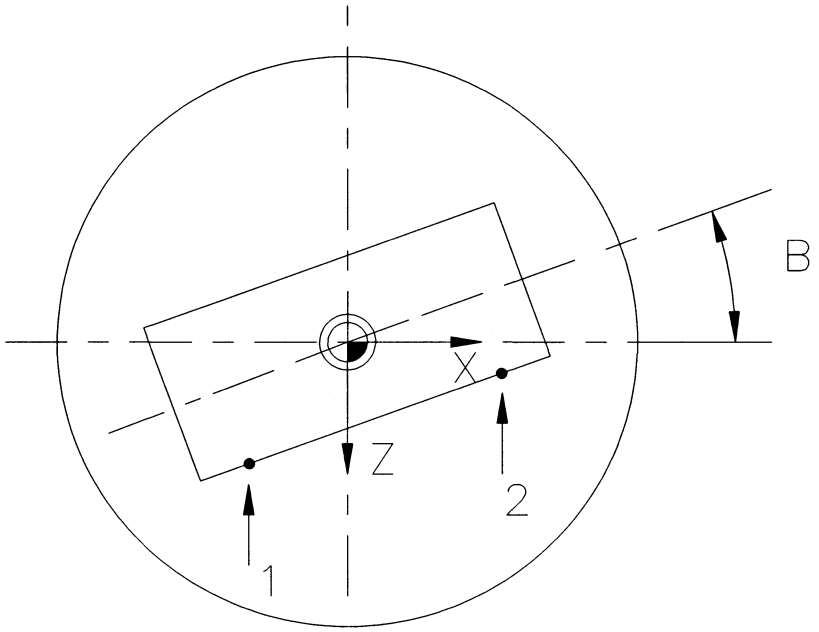
C-Achse C2: Dies ist eine erweiterte Möglichkeit von C1 für Sondermaschinen. In diesem Fall ist die C-Achse 90 Grad gedreht und rotiert um die X-Achse, anstatt um die Z-Achse. Zum Ausrichten eines aufgespannten Werkstückes auf einem um die X-Achse drehenden Rundtisch (C-Achse) genügt die Messung von zwei Punkten in Y und Z. Der Rotationswinkel ist bezogen auf die Y-Achse.
Der Rundtisch ist gedreht in der YZ-Ebene.
Das Werkstück dreht sich um die X-Achse.
Der Meßtaster befindet sich in der Z-Richtung.

AUSRICHTEN EINES WERKSTÜCKS AUF EINEM RUNDTISCH (B1=,C1=)

Der Winkel der das Werkstück mit der X-Achse oder Y-Achse bildet, wird automatisch von der CNC berechnet und kann zum Drehen des Tisches herangezogen werden, um das Werkstück in eine Lage parallel zur X-Achse oder zu Y-Achse zu bringen.

Wenn das Werkstück am Anfang einen Winkel mit der X-Achse oder Y-Achse bildet, so kann dieser Winkel mit dem Wort B1= oder C1= mit programmiert werden.

Wenn B1= oder C1= nicht programmiert ist, so wird an seiner Stelle automatisch B1=0 oder C1=0 verwendet.



NB9803

KORRIGIEREN DER WERKZEUGMAßE (T)

Die Funktion G50 erlaubt den Eintrag in den Werkzeugspeicher neuer, aus den erfaßten Korrekturwerten hergeleiteten Werkzeugmaße.

MULTIPLIKATIONSFAKTOR FÜR WERKZEUGMAßE (I,J,K,X1=)

Der Multiplikationsfaktor für den Werkzeugradius ist X1=.

Der Multiplikationsfaktor für die Längenkorrektur ist von der wirksamen, durch G17, G18 bzw. G19 definierten Hauptebene abhängig.

K...	für Differenz in Z	(G17-Ebene wirksam)
J...	für Differenz in Y	(G18-Ebene wirksam)
I...	für Differenz in X	(G19-Ebene wirksam)

Der Multiplikationsfaktor kann einen positiven oder negativen Wert darstellen.

Wenn kein Multiplikationsfaktor angegeben ist, so wird an seiner Stelle automatisch der festvorgegebene Wert +1 verwendet.

Beispiele

BEISPIEL 1. Korrigieren einer gespeicherten Nullpunktverschiebung

N... G50 X1 I0.8 N=54

Die X-Koordinate der G54-Verschiebung durch Multiplizieren des Korrekturwertes mit 0,8 ändern und den neuen X-Koordinatenwert von G54 in den Verschiebungsspeicher eintragen.

BEISPIEL 2. Korrigieren eines Werkzeugmaßes

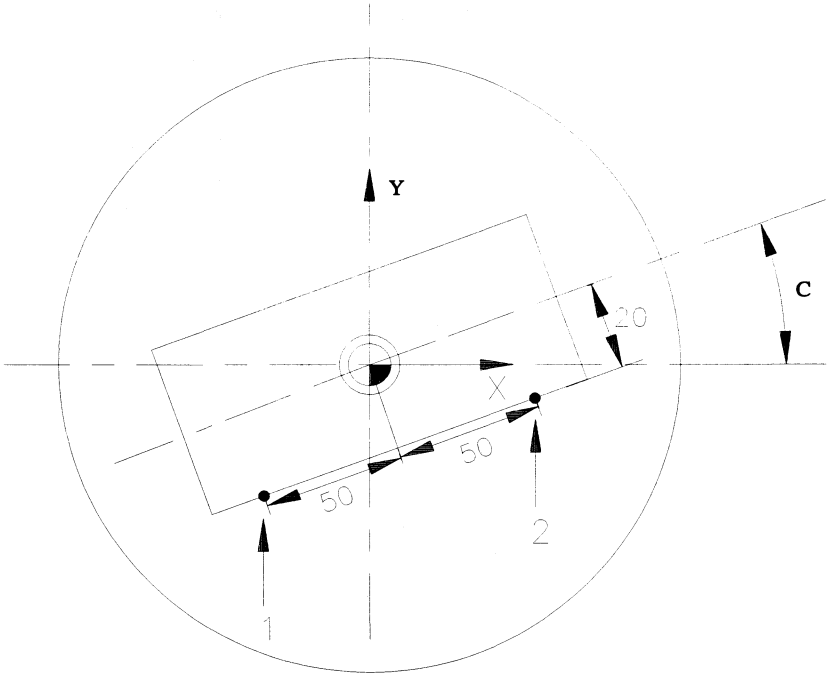
N... G50 T5 L1=1 K0.97 R1=1

Die Länge von Werkzeug 5 durch Multiplizieren der Differenz in Z (Werkzeug in Z-Achse) mit 0,97 korrigieren und das neue Maß in den Werkzeugspeicher eintragen.

BEISPIEL 3. Ausrichten eines auf einen Rundtisch gespannten Werkstücks

Ein auf einen Rundtisch gespanntes Werkstück soll parallel zur X-Achse ausgerichtet werden. Mit Hilfe eines Meßtasters werden zwei Punkte auf dem Werkstück gemessen, wonach der Rundtisch entsprechend der errechneten Winkellage verstellt wird.

Die Steuerung weiß, wenn zweimal ein G45 und einmal ein G50 programmiert ist, daß das Ausrichten von einem Rundtisch gemeint ist.

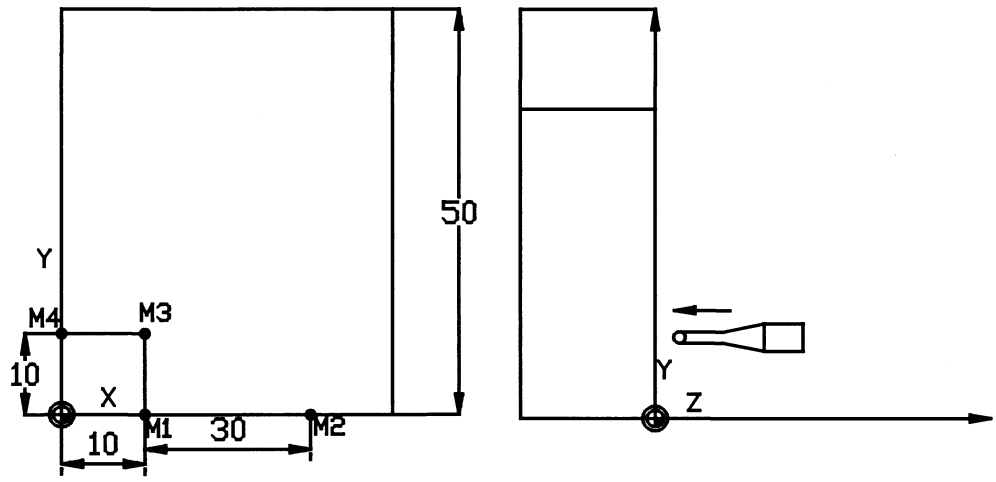


NB9804

```
N50003
N1 G17
N2 G54
N3 T1 M6
N4 M27
N5 G45 X-50 Y-20 Z0 C0 J1
N6 G45 X50 Y-20 Z0 J1
N7 G50 C1 N=54
N8 M28
N9 G54
N10 G0 Z100 C0
```

Erläuterung:
N1 : Bearbeitungsebene festlegen
N2 : Nullpunkt setzen
N3 : Meßtaster einwechseln
N4 : Meßtaster aktivieren
N5 : Punkt 1 messen
N6 : Punkt 2 messen
N7 : Nullpunktverschiebungswert in der C-Achse um den errechneten Winkel korrigieren
N8 : Meßtaster deaktivieren
N9 : Nullpunkt setzen
N10 : Werkzeug zurückziehen und Rundtisch auf C0 drehen
Bemerkung: N7 G50 C1 N=54 C1=30
Wenn im Satz N7 C1=30 zugefügt wird, dreht sich den Tisch 30 Grad extra in bezug auf der X-Achse.

BEISPIEL 4 : Ermitteln des Nullpunktes



Der Meßtaster befindet sich in der Z-Achse. Das Werkstück ist auf einen um die Z-Achse drehenden Rundtisch gespannt. Es werden fünf Punkte (M1 bis M4 und nochmals M1) auf dem Werkstück gemessen: M1 und M2 dienen der Winkelbewegung, M3, M4 und M1 der Vermessung der Achspositionen.

Der Programmteil zur Ermittlung des Nullpunktes könnte so aussehen:

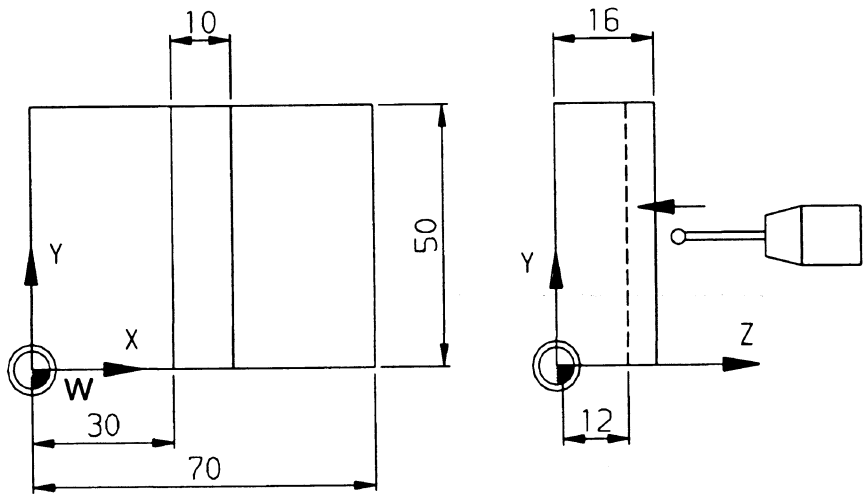
```
N50004
N1 G54
N2 G17
N3 G0 X10 Y-10 Z10 T1 M6
N4 M27
N5 G45 X10 Y0 Z-5 C0 J1
N6 G0 Z10
N7 G45 X40 Y0 Z-5 J1
N8 G0 Z10
N9 G50 C0 N=54
N10 G54
N11 G0 C0
N12 G45 X10 Y10 Z0 K-1
N13 G0 Z10
N14 G45 X0 Y10 Z-5 I1
N15 G0 Z10
```

```
N16 G45 X10 Y0 Z-5 J1
N17 G0 Z50
N18 G50 X1 Y1 Z1 N=54
N19 G54
N20 M28
:
```

Erläuterung:

N1 : Nullpunkt setzen
N2 : XZ-Ebene als Bearbeitungsebene festlegen
N3 : Meßtaster einwechseln und auf die programmierte Position fahren
N4 : Meßtaster aktivieren
N5 : Punkt M1 messen
N6 : Meßtaster zurückziehen, um eine Kollision zu vermeiden
N7 : Punkt M2 messen
N8 : Meßtaster zurückziehen, um eine Kollision zu vermeiden
N9 : Nullpunktverschiebungswert in der C-Achse um den errechneten Winkel korrigieren
N10 : Nullpunkt setzen
N11 : Rundtisch auf C0 drehen
N12 : Punkt M3 messen, um die Position in der Werkzeugachse zu ermitteln
N13 : Meßtaster zurückziehen, um eine Kollision zu vermeiden
N14 : Punkt M4 messen, um die Position in der X-Achse zu ermitteln
N15 : Meßtaster zurückziehen, um eine Kollision zu vermeiden
N16 : Wieder Punkt M1 messen, um die Position in der Z-Achse zu ermitteln
N17 : Meßtaster zurückziehen, um eine Kollision zu vermeiden
N18 : Nullpunktverschiebungswerte in der X-, Y- und Z-Achse korrigieren
N19 : Korrigierten Nullpunkt setzen
N20 : Meßtaster deaktivieren

BEISPIEL 5: Korrigieren der Werkzeuglänge



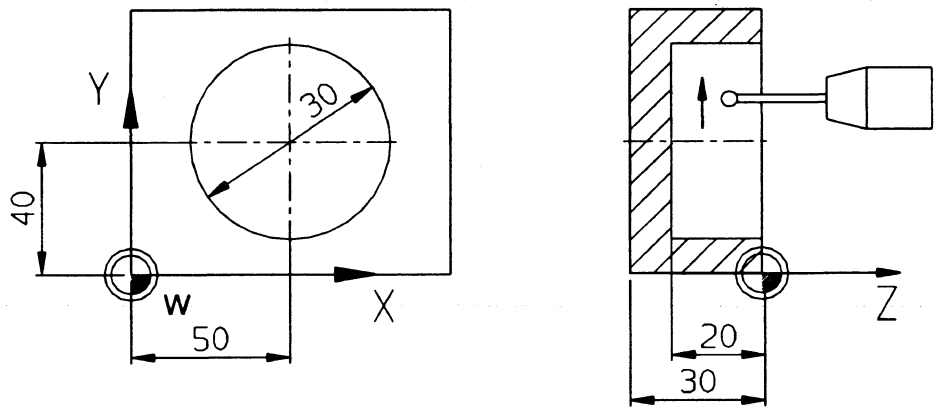
Eine Nute soll gefräst, die Nuttiefe gemessen und die Werkzeuglänge korrigiert werden.

```
N90005
N1 G17
N2 T1 M6 (Fräser R5)
N3 X35 Y60 Z12 S1000 M3
N4 G1 Y-10 F200
N5 G0 Z200 M5
N6 T2 M6 (Meßtaster)
N7 M27
N8 G45 X35 Y25 Z12 K-1
N9 G50 T1 L1=1
N10 M28
N11 Z200
N12 M30
```

Erläuterung:

N1 : XY-Ebene als Bearbeitungsebene festlegen
N2 : Fräser (D=10 mm) einwechseln
N3 : Spindel einschalten und Fräser auf den Anfangspunkt der Nute fahren
N4 : Nute fräsen
N5 : Werkzeug zurückziehen und Spindel stillsetzen
N6 : Meßtaster einwechseln
N7 : Meßtaster aktivieren
N8 : Punkt in der negativen Richtung der Werkzeugachse messen
N9 : Die Länge von Werkzeug 1 wird in Abhängigkeit der errechneten Differenz in der Z-Achse korrigiert.
N10 : Meßtaster deaktivieren
N11 : Meßtaster zurückziehen
N12 : Programmende.

BEISPIEL 6 : Fräsen und Messen einer Bohrung



Eine Bohrung soll gefräst und mit dem Meßtaster gemessen werden. Der Bohrungsradius wird auf Einhaltung der geforderten Maßtoleranz geprüft. Bei zu kleinem Radius wird die Bohrung nachbearbeitet, bei zu großem Radius wird das Werkstück zurückgewiesen und eine Fehlermeldung angezeigt.

Das betreffende Teileprogramm könnte so aussehen:

```
N50006
N1 G54
N2 G17
N3 T1 M6 (Fräser R5)
N4 G89 Z-20 B2 R15 K6 F300 S1000 M3
N5 G79 X50 Y40 Z0
N6 G0 Z50 M5
N7 T2 M6 (Meßtaster)
N8 M19
M9 M27
N10 G46 X50 Y40 Z-10 R15 I1 J1 F500 E5
N11 G0 Z50
N12 G49 R.02 R1=2 N=19 E5 (Bohrung > (15+0.02) Sprung nach N=19)
N13 G49 R2 R1=.02 N=15 E5 (Bohrung < (15-0.02) Sprung nach N=15)
N14 G29 E1 E1=1 N=21 (Sprung nach Programmende)
N15 G50 T1 R1=1
N16 M28
N17 G14 N1=3 N2=6
N18 G29 E1 E1=1 N=21
N19 M0
N20 (BOHRUNG Außerhalb DES TOLERANZBEREICHES)
N21 M30
```

Erläuterung:

N1 : Nullpunkt setzen
N2 : XY-Ebene als Bearbeitungsebene festlegen
N3 : Fräser (D=10 mm) einwechseln
N4 : Festzyklus zum Fräsen der Bohrung definieren
N5 : Bohrung fräsen
N6 : Werkzeug zurückziehen und Spindel stillsetzen
N7 : Meßtaster einwechseln
N8 : Meßtaster auf Meßposition Drehen

N9 : Meßtaster aktivieren
N10 : Bohrung an vier Punkten messen
N11 : Meßtaster zurückziehen um eine Kollision zu vermeiden
N12 : Prüfen, ob der Bohrungsradius nicht zu groß ist (größer dann 15+.02). Ist der Radius zu groß, Werkstück zurückweisen. Anzeige einer entsprechenden Meldung.
N13 : Prüfen, ob der Bohrungsradius nicht zu klein ist (kleiner dann 15-.02). Ist der Radius zu klein, Radiuswert im Werkzeugspeicher korrigieren und Bohrung nachbearbeiten
N14 : Loch ist innerhalb des Toleranzbereiches, Sprung nach Programmende.
N15 : Werkzeugradius im Werkzeugspeicher korrigieren
N16 : Meßtaster Deaktivieren
N17 : Sätze N3 bis N6 wiederholen, um die für die Bohrung geforderte Maßtoleranz gerecht zu werden
N18 : Sprung zum Programmende
N19 : Programmausführung beenden.
N20 : Anzeige einer entsprechenden Meldung.
N21 : Programmende

31. Löschen/Aktivieren G52-Nullpunktverschiebung G51/G52 (bis V310)

Bemerkung

Die Anwendung der Funktionen beschränkt sich nur noch auf Programme, die an früheren Steuerungstypen erstellt wurden.

Zweck

Festlegen des Werkstücknullpunktes mit gespeicherten Werten.

Format

Aktivieren und deaktivieren nach Anwendung von G51:
N... G52

Löschen:
N... G51

Hinweise und Verwendung

Die Funktion G52 wird durch Softkey CNC rücksetzen oder durch Programmieren von G51 gelöscht.

Die Funktionen G51 und G52 bleiben nach Softkey Programm abbrechen, M30 oder nach Steuerung abschalten aktiv.

Ist bereits eine Nullpunktverschiebung G54.. G59 aktiv, so ist G52 von dieser Verschiebung aus wirksam. Ist G52 aktiv, sind G54.. G59 von dieser Verschiebung aus wirksam.

32. Löschen/Aktivieren Pallettennullpunktverschiebung G51/G52 (ab V310)

Zweck

Festlegen des Pallettennullpunktes mit gespeicherten Werten.

Format

Aktivieren und deaktivieren nach Anwendung von G51:
N... G52

Löschen:
N... G51

Hinweise und Verwendung

Die Funktion G52 wird durch Softkey CNC rücksetzen oder durch Programmieren von G51 gelöscht.

Die Funktionen G51 und G52 bleiben nach Softkey Programm abbrechen, M30 oder nach Steuerung abschalten aktiv.

Ist bereits eine Nullpunktverschiebung G54.[nr] aktiv, so ist G52 von dieser Verschiebung aus wirksam. Ist G52 aktiv, sind G54.[nr] von dieser Verschiebung aus wirksam.

Die G52 wird benützt für Automatisierungszwecke, wie zum Beispiel Palletten Steuerung. Die Werte für G52 werden im diesen fall gesetzt durch ein IPLC Programm.

AB V320

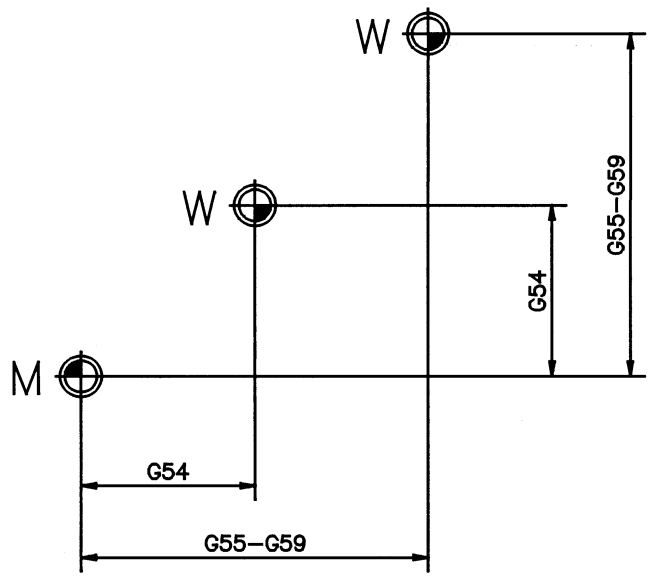
Wenn **MC84 = 0** steht G52 im ZO.ZO (Nullpunkt) Speicher.
Wenn **MC84 > 0** steht G52 im PO.PO (Palletten Offset) Speicher.

In beiden Speichern können die Nullpunkte editiert werden.

33. Löschen/Aktivieren Standard Nullpunktverschiebung G53/G54...G59 (MC84=0)

Zweck

Verschieben des Werkstücknullpunktes auf eine neue Position, deren Koordinatenwerte im Nullpunktspeicher (unter der betreffenden Nummer) gespeichert sind.



G53 Löscht die aktive Nullpunktverschiebung aus der Reihe G54...G59
G54 Aktiviert die G54-Nullpunktverschiebung
:
G59 Aktiviert die G59-Nullpunktverschiebung

Format

Aktivieren:
N... [G54/G55/G56/G57/G58/G59]

Löschen:
N... G53

Zugehörige Funktionen

G51/G52, G92, G93

Parameter

M Maschinenfunktion

Art der Funktion

modal

Hinweise und Verwendung

MASCHINENNULLPUNKTE

Wenn eine Werkzeugmaschine mehrere Aufspannstationen oder Drehtische hat, so ist die Angabe mehrerer Nullpunkte notwendig. Die Nullpunkte beziehen sich immer auf den geometrischen Maschinennullpunkt (MO). Die Entfernungen in den Achsen, gemessen vom Nullpunkt MO aus, geben die Lage dieser Nullpunkte an und werden in den Nullpunkt-verschiebungsspeicher abgelegt, gemeinsam mit der kennzeichnenden G-Funktion.

NULLPUNKTVERSCHIEBUNGSSPEICHER

Sämtliche Werte der Nullpunktverschiebungen G54...G59 müssen vor der Programmausführung über das Bedienfeld oder von einem Datenträger aus in den Nullpunktverschiebungsspeicher abgelegt werden.

G52-NULLPUNKTVERSCHIEBUNG

G52 beeinflußt die Funktionen G53...G59 nicht. Ist G52 aktiv, sind G54..G59 von dieser verschiebung aus wirksam.

ABSOLUTE/INKREMENTALE NULLPUNKTVERSCHIEBUNGEN G92/G93)

Eine programmierte Nullpunktverschiebung (G92 oder G93) wird von einer der Funktionen G53...G59 gelöscht.

VERGRÖßERN/VERKLEINERN, SPIEGELN UND ACHSENDREHUNG (G73, G92/G93)

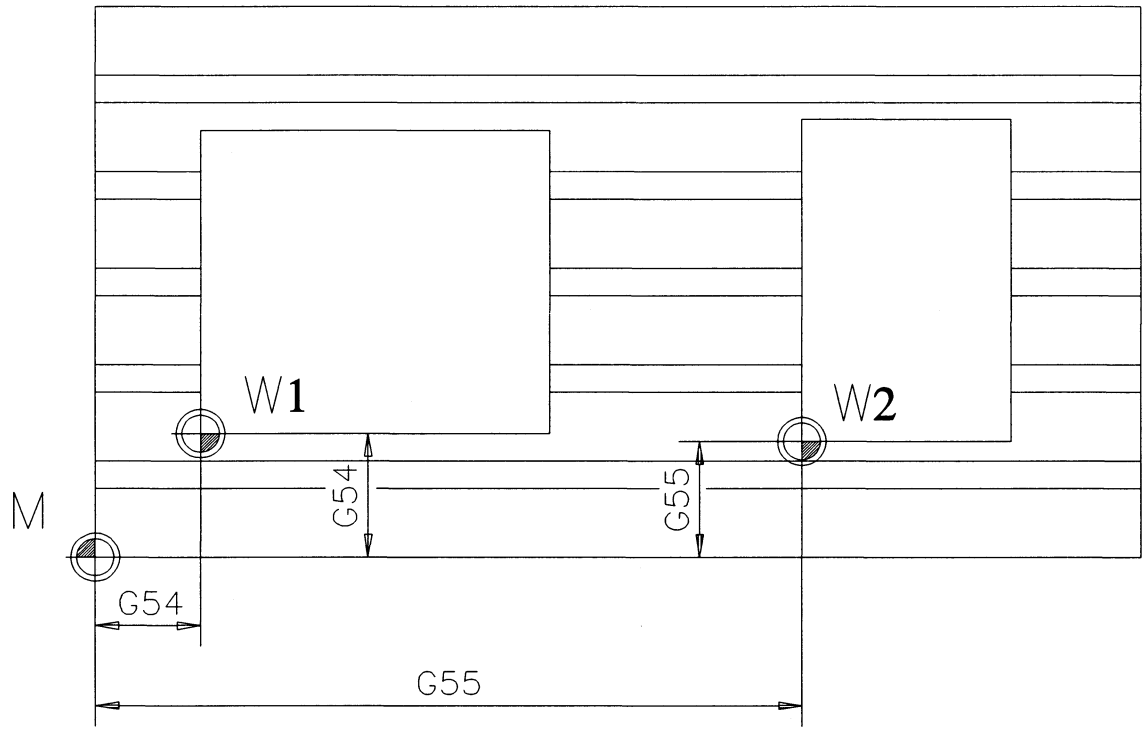
Der Einsatz einer der Funktionen G53...G59 in einem Programmabschnitt, der vergrößert/verkleinert, gespiegelt oder gedreht werden soll, ist gestattet. Die Nullpunktverschiebung erfolgt im Koordinatensystem der Werkzeugmaschine und wird nicht von der programmierten Koordinatenänderung beeinflußt.

LÖSCHEN

Mit Softkey CNC rücksetzen und durch Programmieren von G53 werden G54...G59 automatisch gelöscht.

Mit Softkey Programm abbrechen, M30 oder Steuerung abschalten werden die Funktionen G54...G59 nicht gelöscht.

Beispiel



N60 G54
:
N600 G55
:
N700 G53

Erläuterung:

N60 : Auswahl des Nullpunktes W1. Seine Koordinaten (X40,Y100,Z300) werden aus dem Nullpunktverschiebungsspeicher geholt.

Alle programmierten Koordinaten werden von W1 aus gemessen.

N600 : Auswahl des Nullpunktes W2. Seine Koordinaten (X200,Y100,Z100) werden aus dem Nullpunktverschiebungsspeicher geholt.

Nullpunkt W1 wird gelöscht und W2 wird aktiviert. Folglich werden alle programmierten Koordinaten von W2 aus gemessen.

N700 : Ausschalten des Nullpunktes W2. Die Koordinaten (X0,Y0,Z0) werden aus dem G53 Nullpunktverschiebungsspeicher geholt.

Nullpunkt W2 wird gelöscht und M wird aktiviert. Folglich werden alle programmierten Koordinaten von M aus gemessen.

34. Erweiterte Nullpunktverschiebung G54 MC84>0 (ab V320)

Zu der bisherigen Nullpunktverschiebungstabelle G54..G59 steht eine andere Nullpunktverschiebungstabelle G54 I[nr] mit maximal 100 Nullpunktverschiebungen zur Verfügung. Die entsprechende Nullpunktverschiebung wird mit der Maschinenkonstante MC84 angewählt.

Die Funktionalität ist gleich dem bisherigen Nullpunktverschiebungsspeicher G54..G59, jedoch mit folgende Erweiterungen bzw. Unterschieden.

- 100 mögliche Nullpunktverschiebungen im Nullpunktverschiebungsspeicher
- Kennung Nullpunktverschiebungsspeicher Ze.Ze (MC84 > 0)
- Programmierung (Verschiebungswerte) der Nullpunktverschiebung im NC-Programm
- Programmierung eines Drehwinkels (B4=) in der Nullpunktverschiebung
- Programmierung der Nullpunktverschiebung mit einem Index (G54 I[nr])
- Kommentareingabe im Nullpunktverschiebungsspeicher

Zweck

Verschieben des Werkstücknullpunktes auf eine neue Position. Die Koordinatenwerte können in den Nullpunktverschiebungsspeicher eingetragen werden oder im NC-Programmsatz programmiert werden.

Format

Nullpunktverschiebung definieren und aufrufen:
G54 I[nr] [Achskoordinaten] {B4=..}

Nullpunktverschiebung aufrufen:
G54 I[nr]

Parameter

X,Y,Z	Nullpunktkoordinate
M	Maschinenfunktion
A	Nullpunktwinkel
B	Nullpunktwinkel
I	Nullpunktindex

Eine Nullpunktverschiebung kann bis zu 6 Achskoordinaten enthalten.

Zugehörige Funktion

G50, G51, G52, G53, G54 ... G59, G92, G93, G149, G150

Art der Funktion

modal

Hinweise und Verwendung

ANZAHL NULLPUNKTEN

Die Anzahl der möglichen Nullpunktverschiebungen in der Tabelle wird durch ein Maschinenkonstante (MC84) festgelegt. (0< MC84 <99).

ÄNDERN MASCHINENKONSTANTE MC84

Bei Vergrößern oder Verkleinern (MC84 > 0) wird die Nullpunktverschiebungstabelle angepaßt. Die bestehenden Nullpunkte werden behalten. Erweiterte Nullpunkte werden initialisiert auf Null.

Achtung:
Wenn MC84 Null gemacht wird, wird die Tabelle geändert (ZE.ZE nach ZO.ZO). Die neue Nullpunkttabelle wird initialisiert auf Null.

EINTRAGEN IN NULLPUNKTVERSCHIEBUNGSSPEICHER

Für die Eintragung der Verschiebungswerte in den Nullpunktspeicher gibt es 2 Möglichkeiten:

- Die Werte der Nullpunktverschiebungen G54 I[nr] werden vor der Programmausführung über das Bedienfeld oder von einem Datenträger aus in den Nullpunktverschiebungsspeicher eingegeben.
- Die Werte der Nullpunktverschiebung G54 I[nr] X.. Y.. Z.. A.. B.. C.. B4=.. werden in einem NC-Programmsatz programmiert. Bei der Bearbeitung des Programmes werden die programmierten Werte in den Nullpunktverschiebungsspeicher übernommen und aktiviert.

Achtung:
Wenn im Programmsatz keine neuen Nullpunktverschiebungswerte programmiert sind, dann werden die bereits im Speicher existierenden Nullpunktverschiebungswerte nicht überschrieben bzw. gelöscht. Die nicht programmierten Achskoordinaten werden aus dem Speicher genommen. Kollisionsgefahr!

KOMMENTAR

Zusätzlich kann jede Nullpunktverschiebung in der Tabelle einen Kommentar beinhalten.

ACHSENDREHUNG

Zusätzlich kann jede Nullpunktverschiebung in der Tabelle eine Achsdrehung beinhalten.
Zuerst wird die Verschiebung ausgeführt und dann das Koordinatensystem um den Winkel B4= gedreht.

MASCHINENNULLPUNKTE

Wenn eine Werkzeugmaschine mehrere Aufspannstationen oder Drehtische hat, so ist die Angabe mehrerer Nullpunkte notwendig. Die Nullpunkte beziehen sich immer auf den geometrischen Maschinennullpunkt (MO). Die Entfernungen in den Achsen, gemessen vom Nullpunkt MO aus, geben die Lage dieser Nullpunkte an und werden in den Nullpunktverschiebungsspeicher abgelegt, gemeinsam mit der kennzeichnenden G-Funktion.

NULLPUNKTVERSCHIEBUNGSSPEICHER

Sämtliche Werte der Nullpunktverschiebungen G54 I[nr] müssen vor der Programmausführung über das Bedienfeld oder von einem Datenträger aus in den Nullpunktverschiebungsspeicher abgelegt werden.

G52-NULLPUNKTVERSCHIEBUNG

G52 beeinflußt die Funktionen G54.[nr] nicht. Ist G52 aktiv, sind G54.[nr] von dieser Verschiebung aus wirksam.

ABSOLUTE/INKREMENTALE NULLPUNKTVERSCHIEBUNGEN G92/G93)

Eine programmierte Nullpunktverschiebung (G92 oder G93) wird von einer der Funktionen G54 I[nr] gelöscht.

VERGRÖßERN/VERKLEINERN, SPIEGELN UND ACHSENDREHUNG (G73, G92/G93)

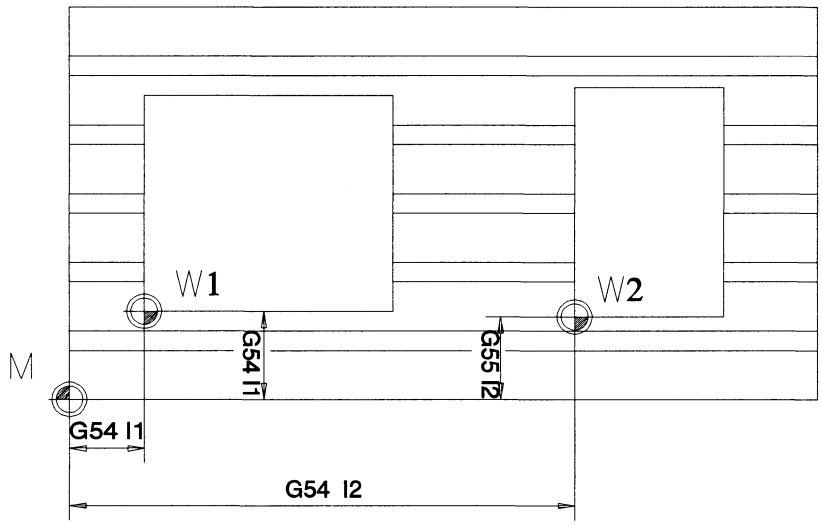
Der Einsatz einer der Funktionen G54 I[nr] in einem Programmabschnitt, der vergrößert/verkleinert, gespiegelt oder gedreht werden soll, ist gestattet. Die Nullpunktverschiebung erfolgt im Koordinatensystem der Werkzeugmaschine und wird nicht von der programmierten Koordinatenänderung beeinflußt.

LÖSCHEN

Mit Softkey CNC rücksetzen und durch Programmieren von G53 werden G54 I[nr] automatisch gelöscht.

Mit Softkey Programm abbrechen oder M30 werden die Funktionen G54...G59 nicht gelöscht.

Beispiel



N60 G54 I1
:
N600 G54 I2
:
N700 G53

Erläuterung:

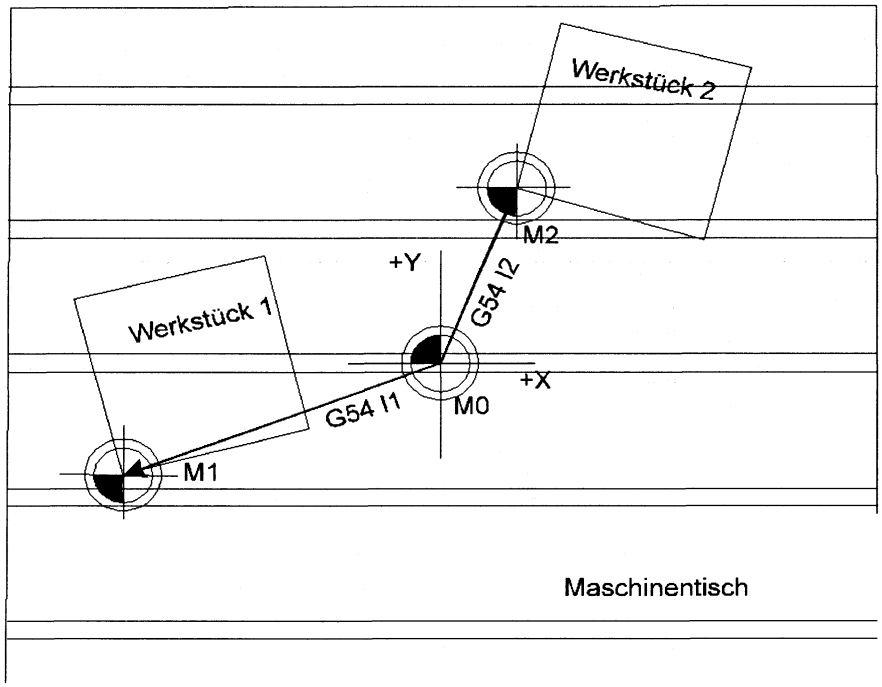
N60 : Auswahl des Nullpunktes W1. Seine Koordinaten (X40,Y100,Z300) werden aus dem Nullpunktverschiebungsspeicher geholt.
Alle programmierten Koordinaten werden von W1 aus gemessen.

N600 : Auswahl des Nullpunktes W2. Seine Koordinaten (X200,Y100,Z100) werden aus dem Nullpunktverschiebungsspeicher geholt.
Nullpunkt W1 wird gelöscht und W2 wird aktiviert. Folglich werden alle programmierten Koordinaten von W2 aus gemessen.

N700 : Ausschalten des Nullpunktes W2. Die Koordinaten (X0,Y0,Z0) werden aus dem G53 Nullpunktverschiebungsspeicher geholt.
Nullpunkt W2 wird gelöscht und M wird aktiviert. Folglich werden alle programmierten Koordinaten von M aus gemessen.

Beispiel

Achsendrehung



Eintrag in die Nullpunkttabelle und Aufruf:

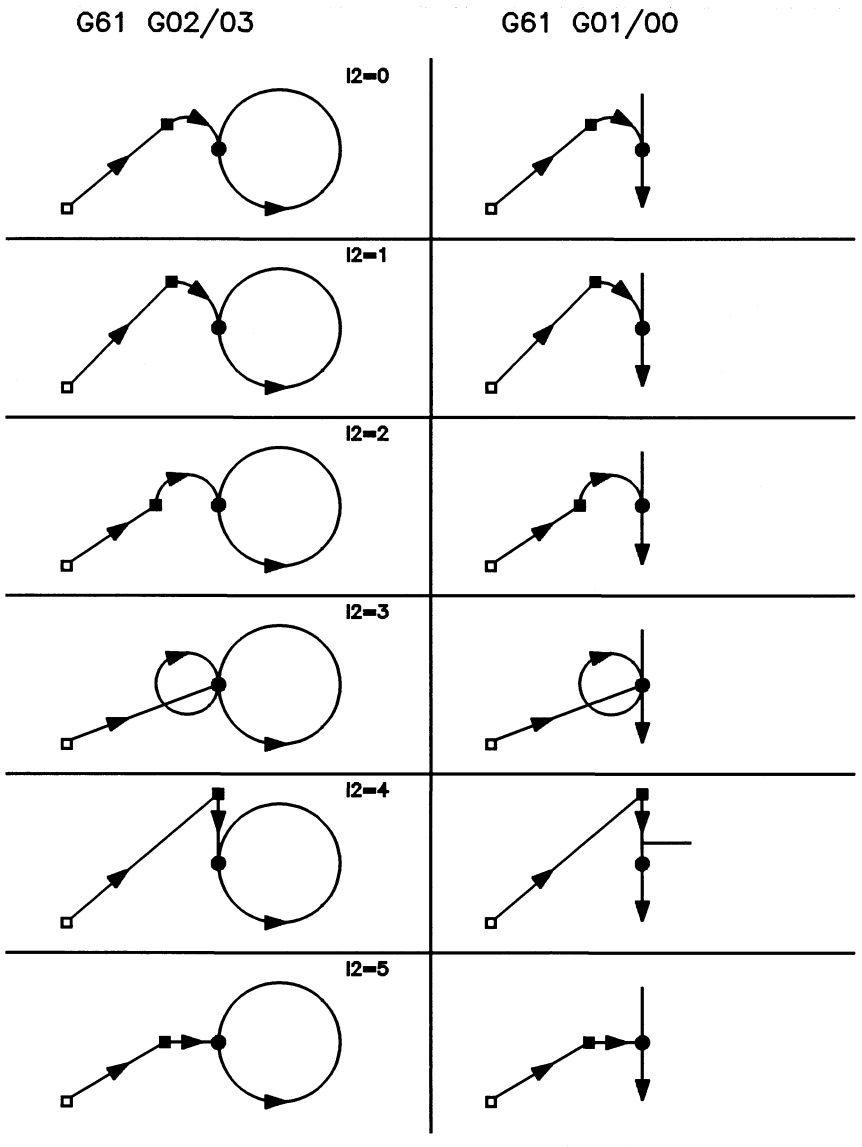
N60 G54 I1 X-42 Y-15 B4=14 (Z0 C0)	Die Nullpunktverschiebungswerte werden in die Nullpunktverschiebungstabelle eingetragen. Werkstück 1 bearbeiten, alle programmierten Koordinaten werden von M1 aus gemessen.
N120 G54 I2 X10 Y24 B4=-17	Werkstück 2 bearbeiten, alle programmierten Koordinaten werden von M2 aus gemessen.

35. Tangentiales Anfahren G61

Zweck

Programmieren einer tangentialen Anfahrbewegung zwischen einem Startpunkt und dem Startpunkt einer Kontur.

Format



TANGENTIALES ANFAHREN AN DIE KONTUR G61

□ Aktuelle Position.

■ Errechnete Startposition in der Ebene. Zustellachse Z (G17). Z1 kann programmiert werden. Wenn Z1 nicht programmiert ist, ist Z1=Z.

● Startposition der Kontur (X, Y, Z).

N... G61 {I2=..} X... Y... Z... R... [{X1=..} {Y1=..} {Z1=}] {I1=} {F2=}
N... G61 {I2=..} B2=... L2=... Z... R... [{X1=} {Y1=}] {Z1=} {I1=} {F2=}

Zugehörige Funktionen

G0, G1, G2, G3
Wortweise Absolut-/Inkremental-Programmierung (X90=.., X91=..)

Parameter

X,Y,Z	Konturstartpunkt
P	Punktedefinitionsnummer
R	Radius
Z1=	Startpunkt in Z
X1=	Startpunkt in X
Y1=	Startpunkt in Y
B2=	Polarwinkel
L2=	Polarlänge
I1=	Linearbewegung 0=Eilg.,1=Vorsch.
I2=	¼,½-Kreis,Helix,Konturp.,senkr.
F2=	Vorschub Kreisbewegung

I2=0 mit Linie und Kreisbogen
I2=1 mit Viertelkreis
I2=2 mit Halbkreis
I2=3 mit Helix für zustellen
I2=4 Konturparallel
I2=5 Senkrecht

Wortweise Absolut-/Inkremental-Programmierung

X90=,Y90=,Z90=	Endpunkt absolut
X91=,Y91=,Z91=	Endpunkt inkremental

Modale Parameter
F,S,T,T1=,T2=,M,H,E..=
S1=,M1=

Art der Funktion

Nicht modal

Hinweise und Verwendung

STARTPUNKT FÜR ANFAHRBEWEGUNG

Die Steuerung berechnet selbst einen Startpunkt. Die erste Bewegung ist eine Positionierung zum errechneten Startpunkt. Von hier aus erfolgt dann die Anfahrbewegung.

ANFAHRBEWEGUNG

Die Anfahrbewegung besteht aus 2 Teilen. Der erste Teil ist eine Eilgang- oder Vorschub-bewegung (bestimmt durch I1=) zum (berechneten) Startpunkt der Anfahrbewegung. Der zweite Teil ist eine Vorschubbewegung entlang der Anfahrkontur zum Startpunkt der Kontur.

ABSTAND DES STARTPUNKT IN DER WERKZEUGACHSE

Der Abstand des Startpunktes von der Kontur in der Werkzeugachse wird bestimmt durch Z (in G17). Der Abstand des Startpunktes der Anfahrbewegung in der Werkzeugachse wird bestimmt durch Z1 (in G17).

ANFAHRSEITE

Die Anfahrseite wird bestimmt durch die aktive Funktion G41/G42. Wenn G40 aktiv ist, wird angefahren, gleich wie G41.

RICHTUNG DER KREISBEWEGUNG

Die Richtung der Kreisbewegung wird vom Startpunkt der Kontur und vom Startpunkt der tangentialen Anfahrbewegung bestimmt. Die Richtung der tangentialen Kreisbewegung wird in Abhängigkeit der Richtung der Konturlinearbewegung errechnet. Es wird immer eine kontinuierliche Bewegung zwischen der tangentialen Kreisbewegung und der Konturbewegung ausgeführt.

RADIUSKORREKTUR

Wird die Radiuskorrektur (G41/G42 ohne Verfahrbewegung im Programmsatz) unmittelbar vor dem G61-Satz aktiviert, so wird die Korrektur während der Linearbewegung ausgeführt. Abhängig von der aktuellen Position wird ein kleinerer oder größerer Teil vom Anfahrkreis gefahren.
Ist die Radiuskorrektur bereits wirksam, werden sowohl die Linear- als auch die Kreisbewegung mit Radiuskorrektur ausgeführt.

SENKRECHTE ANFAHRBEWEGUNG

Bei der senkrechten Anfahrbewegung wird senkrecht zum Startpunkt der Kontur positioniert.

G1-FUNKTION

Falls nach dem G61-Satz keine G-Funktion programmiert worden ist, wird G1 nicht automatisch wirksam. Die letzte Bewegung der G61 Funktion kann G1, G2 oder G3 sein.

EINSCHRÄNKUNG AKTUELLE POSITION WENN I2=0

Wenn der Abstand zwischen der aktuellen Position und dem Anfahrkreis größer ist als der Fräsradius, dann besteht die Anfahrbewegung aus einer Linie und einem Kreisbogen.
Wenn der Abstand zwischen der aktuellen Position und dem Anfahrkreis kleiner ist als der Fräsradius, dann wird I2=0 geändert in I2=1, und der Anfahrbewegung wird ein Viertelkreis.

Erläuterung:

N33 : Arbeitsebene wird gesetzt. Die ganze Bewegung wird im eine Ebene ausgeführt.
N34 : Aktuelle position wird angefahren
N35 : Radiuskorrektur muß an die linke seite liegen
N36 : Tangentiales Anfahrbewegung (I2=0). Dieser Bewegung wird in zwei Bewegungen getrennt. Erst eine Linie und dann ein Kreisbogen.
N37 : Start einer Kontur Beschreibung.

EINSCHRÄNKUNGEN

Beim Programmieren von G61 gelten folgende Einschränkungen:

- G61 ist im ICP- und G64-Betrieb nicht erlaubt
- G61 ist im MDI-Betrieb nicht erlaubt
- G61 ist im G182-Betrieb nicht erlaubt

Nach den der Anfahrbewegung (G61) unmittelbar folgenden Sätze gelten bestimmte Einschränkungen. Nur folgende Funktionen sind zugelassen:

- G64
- G0, G1, G2, G3 mit Bewegungen in der Bearbeitungsebene

Hinweis:

Der Einfahrbewegung (Kreis oder Gerade) muß vom Programmierer so gewählt werden, daß es bei der Werkstückbearbeitung zu keiner Konturverletzung kommt.

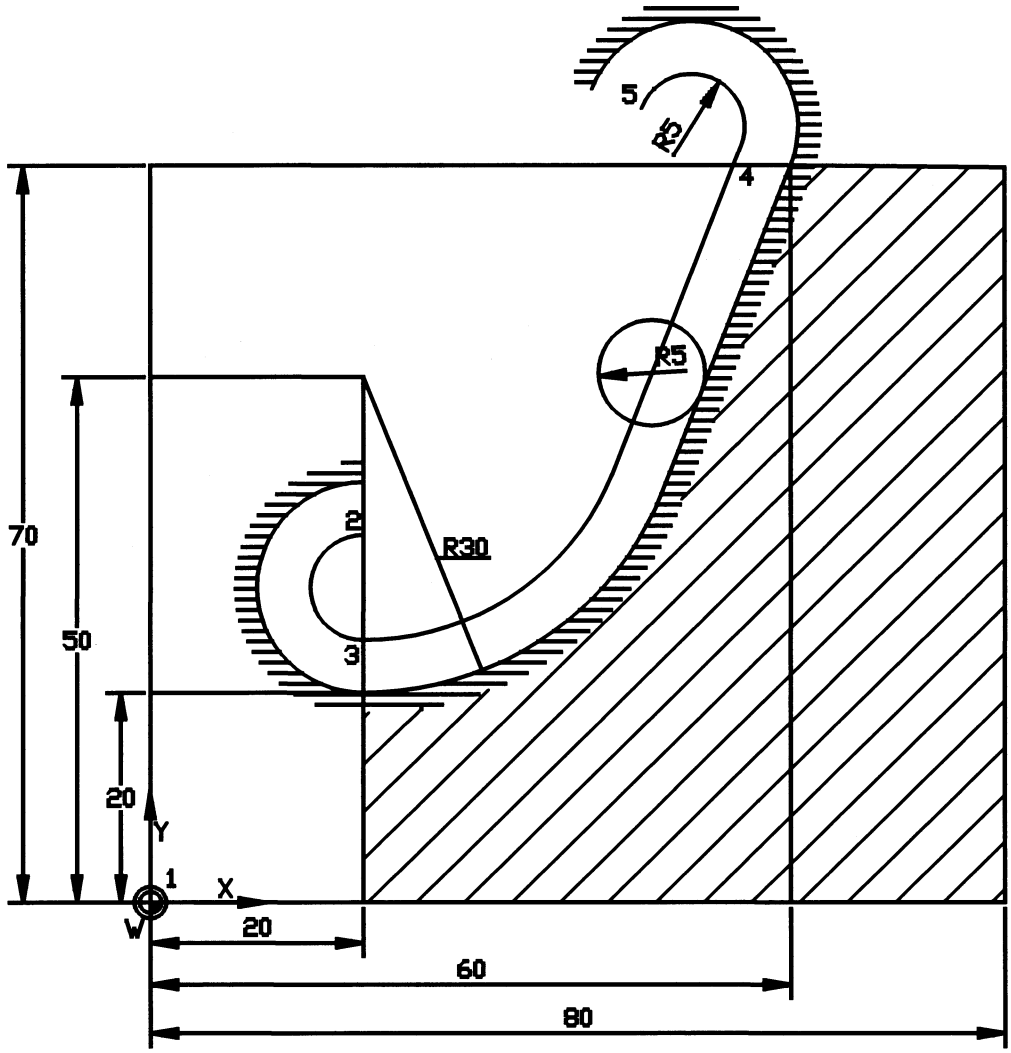
PROGRAMMIERUNTERSTÜTZUNG

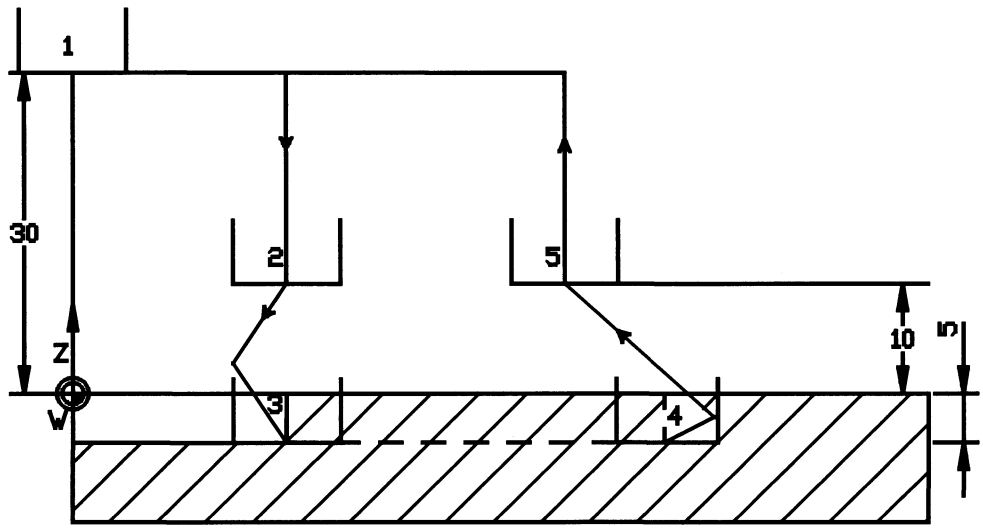
Die Funktionen "tangentiales Anfahren" (G61) und "tangentiales Wegfahren" (G62) sind in den folgenden Eingabemodi verfügbar:

- FREIE EINGABE
- UNTERSTÜTZTE EINGABE

In UNTERSTÜTZTEREINGABE stehen dem Programmierer 6 statische Bilder als Eingabehilfe zur Verfügung. Die Unterstützungsbilder helfen zur Unterscheidung zwischen kartesischer, polarer und Punkteprogrammierung, sowie zwischen Radiuskorrektur links und rechts.

Beispiel





```
N1 G17
N2 T1 M6 (Fräser R5)
N3 F500 S1000 M3
N4 G0 X0 Y0 Z30
N5 G41
N6 G61 I2=2 X20 Y20 Z-5 Z1=10 R5 I1=0 F2=200
N7 G64
N8 G3 I20 J50 R1=0
N9 G1 X60 Y60
N10 G63
```

Erläuterung:

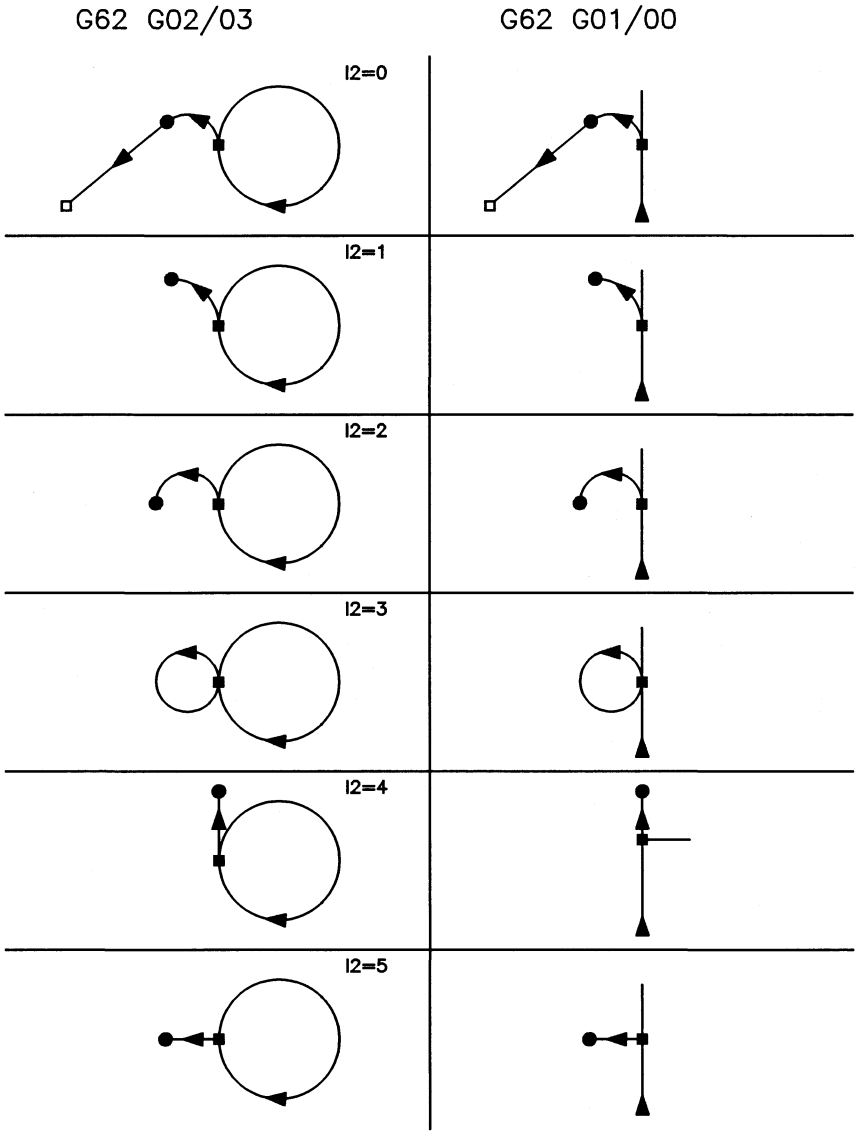
N1 : Bearbeitungsebene.
N2 : Werkzeug Wechseln.
N3 : Vorschub, Drehzahl und Drehrichtung.
N4 : Anfangsposition anfahren. (Position 1: X0 Y0 Z30).
N5 : Radiuskorrektur links.
N6 : -Tangentiale Anfahrbewegung
-I2=2 Anfahrbewegung mit Halbkreis
-Der erste Teil der Anfahrbewegung ist eine Eilgangbewegung mit Positionierlogik zum Anfangspunkt der Halbkreises (Position 2: X.. Y.. Z10). Die Radiuskorrektur wird auf dieser Bewegung aktiviert.
-Der Kreisbogen wird als Helix ausgeführt.
Die Kontur fängt an Position X20 Y20 Z-5 an (Position 3: X20 Y25 Z-5).
N7 : Start einer Konturbeschreibung.
N8 : Kreisbewegung tangierend an eine Linie.
N9 : Tangierende Linearbewegung.
N10 : Ende einer Konturbeschreibung.

36. Tangentiales Wegfahren G62

Zweck

Programmieren einer tangentialen Wegfahrbewegung.

Format



TANGENTIALES WEGFAHREN VON DER KONTUR G62:

- ■ Endposition der Kontur.
- ● Errechnete Endposition im Ebene. Zustellachse Z (G17). Z1 kann programmiert werden.
  Wenn Z1 nicht programmiert ist, ändert sich die Höhe nicht.
- □ Programmierte Endposition der Wegfahrbewegung (X, Y, Z) (nur I2=0).

N... G62 I2>0 Z1=... R... {I1=} {F2=}
N... G62 I2=0 X... Y... Z... Z1=... R... {I1=} {F2=}
N... G62 I2=0 B2=... L2=... Z... R... {I1=} {F2=}

Zugehörige Funktionen

Wortweise Absolut-/Inkremental-Programmierung (X90=.., X91=..)

Parameter

X,Y,Z Endpunkt tangentiales Wegfahren
P Punktedefinitionsnummer
R Radius
X1= Startpunkt in X
Z1= Startpunkt in Z
Y1= Startpunkt in Y
B2= Polarwinkel
L2= Polarlänge
I1= Linearbewegung 0=Eilg.,1=Vorsch.
I2= ¼-,½-Kreis,Helix,Konturp.,senkr.
F2= Vorschub Kreisbewegung
I2=0 mit Endpunkt und Kreisbogen
I2=1 mit Viertelkreis
I2=2 mit Halbkreis
I2=3 mit Helix für Zustellen
I2=4 Konturparallel
I2=5 Senkrecht

Wortweise Absolut-/Inkremental-Programmierung
X90=,Y90=,Z90= Endpunkt absolut
X91=,Y91=,Z91= Endpunkt inkremental

Modale Parameter
F,S,T,T1=,T2=,M,H,E..=
S1=,M1=

Art der Funktion

Nicht modal

Hinweis:

Für das Verstehen von die G62 lesen Sie erst die G61.

Hinweise und Verwendung

RADIUSKORREKTUR DEAKTIVIEREN

Wird die Radiuskorrektur (G40 ohne Verfahrbewegung im Programmsatz) unmittelbar vor dem G62-Satz ausgeschaltet, so wird die Korrektur während der tangentialen Wegfahrbewegung deaktiviert. Wird die Radiuskorrektur mit G40 nicht deaktiviert, so werden sowohl die Kreis- als auch die Linearbewegung mit Radiuskorrektur ausgeführt.

Einschränkungen

Beim Programmieren von G62 gelten folgende Einschränkungen:
- G62 ist im ICP- und G64-Betrieb nicht erlaubt
- G62 ist im MDI-Betrieb nicht erlaubt
- G62 ist im G182-Betrieb nicht erlaubt

Für die der Anfahrbewegung (G61) unmittelbar folgenden Sätze gelten bestimmte Einschränkungen. Nur folgende Funktionen sind zugelassen:
- G64
- G0, G1, G2, G3 mit Bewegungen in der Bearbeitungsebene

Programmierunterstützung

Die Funktionen "tangentiales Anfahren" (G61) und "tangentiales Wegfahren" (G62) sind in den folgenden Eingabemodi verfügbar:

- FREIE EINGABE
- UNTERSTÜTZTE EINGABE

In UNTERSTÜTZTEREINGABE stehen dem Programmierer 6 statische Bilder als Eingabehilfe zur Verfügung. Die Unterstützungsbilder helfen zur Unterscheidung zwischen kartesischer, polarer und Punkteprogrammierung, sowie zwischen Radiuskorrektur links und rechts.

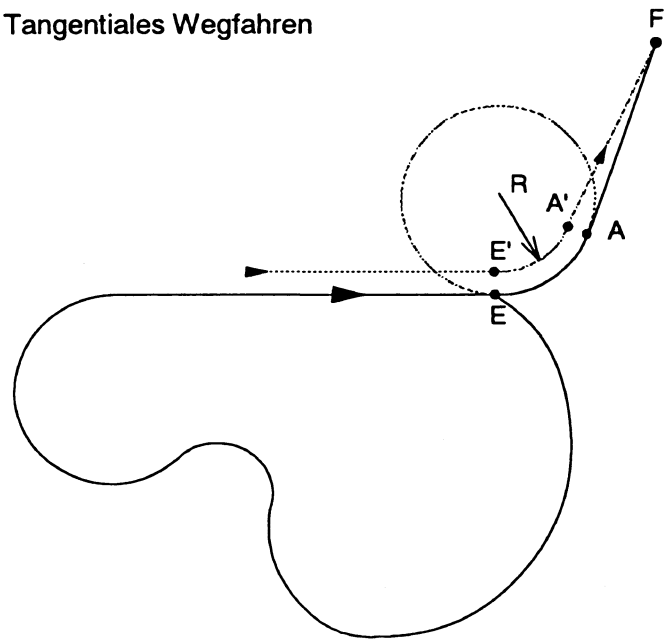
Tangentiales Wegfahren

PROGRAMM

```
N51 G1 X.. Z.. (E)
N52 G63
N53 G40
N54 G62 X.. Z.. R.. (F)
```

PROGRAMMAUSFÜHRUNG

```
N51 G1 X.. Z.. ( E' )
N52 G63
N54 G3 X.. Z.. R.. ( A' )
N53 G40
N54 G1 X.. Z.. ( F )
```



NB9870

Erläuterung:

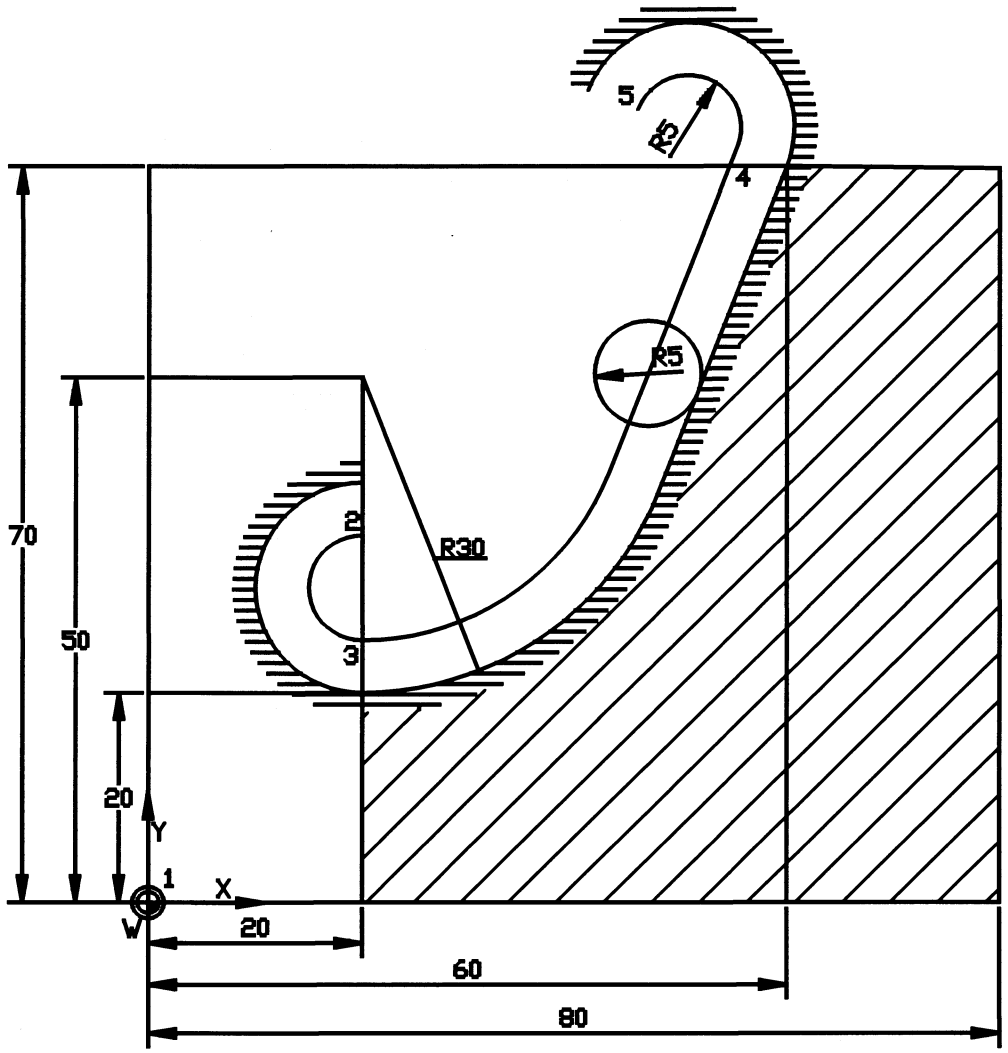
N51 : Letzte Konturbewegung.

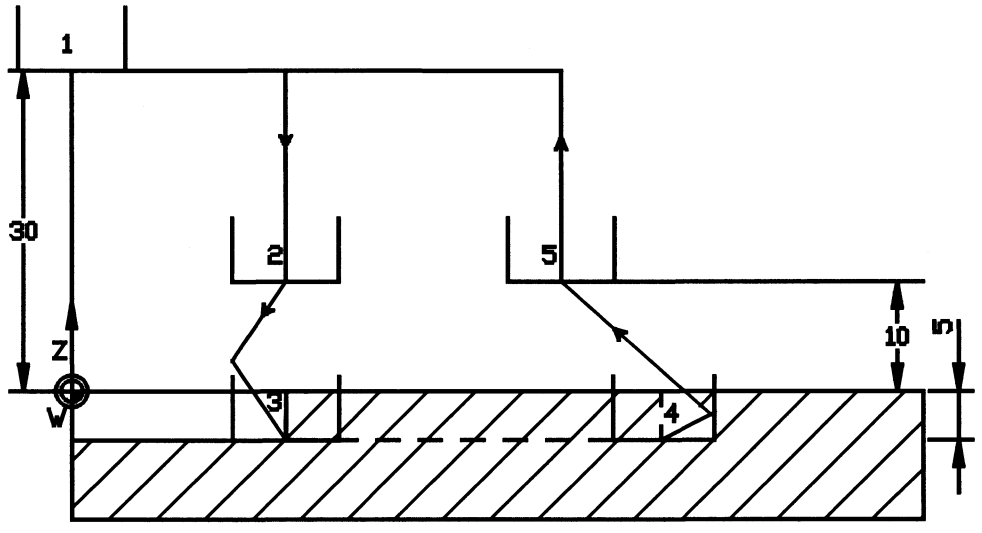
N52 : Ende Konturbeschreibung.

N54 : Tangentiales Wegfahrbewegung (I2=0). Diese Bewegung wird in zwei Bewegungen getrennt. Erst ein Kreisbogen und dann eine Linie.

N53 : Radiuskorrektur wird zwischen dem Kreisbogen und der Linie ausgeschaltet.

Beispiel





```
N1 G17
N2 T1 M6 (Fräser R5)
N3 F500 S1000 M3
N4 G0 X0 Y0 Z30
N5 G41
N6 G61 I2=2 X20 Y20 Z-5 Z1=10 R5 I1=0 F2=200
N7 G64
N8 G3 I20 J50 R1=0
N9 G1 X60 Y60
N10 G63
N11 G62 I2=2 Z1=10 R5
N12 G40
N13 G0 X0 Y0 Z30
N14 M30
```

Erläuterung:

N1 : Bearbeitungsebene.
N2 : Werkzeug Wechseln.
N3 : Vorschub, Drehzahl und Drehrichtung.
N4 : Anfangsposition anfahren. (Position 1: X0 Y0 Z30).
N5 : Radiuskorrektur links.
N6 : -Tangentiale Anfahrbewegung
-I2=2 Anfahrbewegung mit Halbkreis
-Der erste Teil der Anfahrbewegung ist eine Eilgangbewegung mit Positionierlogik zum Anfangspunkt der Halbkreises (Position 2: X.. Y.. Z10). Die Radiuskorrektur wird auf dieser Bewegung aktiviert.
-Der Kreisbogen wird als Helix ausgeführt.
Die Kontur fängt an Position X20 Y20 Z0 an (Position 3: X20 Y25 Z-5)
N7 : Start einer Konturbeschreibung.
N8 : Kreisbewegung tangierend an eine Linie.
N9 : Tangierende Linearbewegung mit Endpunkt (Position 4: X.. Y.. Z-5).
N10 : Ende einer Konturbeschreibung.
N11 : -Tangentiale Wegfahrbewegung
-I2=2 Wegfahrbewegung mit Halbkreis
-Der Halbkreis wird als Helix ausgeführt. Starthöhe Z-Achse ist -5, Endhöhe ist 10.
(Position 5: X.. Y.. Z10).
N12 : Radiuskorrektur wird deaktiviert
N13 : Mit Positionierlogik zurück zum Anfangspunkt (Position 1: X0 Y0 Z30).
N14 : Programm Ende.

37. Aufheben/Aktivieren der Geometrieberechnungen G63/G64

Zweck

G63 : Aufheben der Geometrieberechnungen und Umschalten auf die Programmierung vollständiger Sätze
G64 : Aktivieren der Geometrieberechnungen

Grundlagen der Geometrieanwendung

Zwischen G64 und G63 kann eine Kontur beschrieben werden. Dadurch, daß geradlinige und kreisförmige Bewegungen sich auf einfache Weise programmieren lassen ist es möglich, die erforderlichen Berechnungen für z.B. einen Schnittpunkt oder einen Tangentenpunkt der Steuerung zu überlassen.
Immer, wenn eine Berechnung erforderlich ist, werden minimal zwei Datensätze benötigt. Jeder Satz wird mit den Standard-G-Funktionen für geradlinige Bewegungen (G0 und G1) und kreisförmige Bewegungen (G2 und G3) sowie mit Angaben zum Definieren der Geraden oder der Kreise programmiert. Die Sätze brauchen nicht alle vorher genannten Daten zu enthalten. Bestimmte Sonderwörter (Anzeiger) erlauben es der Steuerung, die fehlenden Daten zu errechnen.
Im ersten Satz wird festgelegt, an welcher Stelle sich der Startpunkt befindet und welche Art von Endpunkt benötigt wird.
Im zweiten Satz werden die Daten für die Berechnung der Endpunktkoordinaten im ersten Satz bereitgestellt, z.B. als ein Tangentenpunkt oder Schnittpunkt zweier Elemente. Dieser Endpunkt ist zugleich der Startpunkt des zweiten Sätze.

Zwischen diesen Bewegungen lassen sich folgende Elemente einfügen:

- eine Fase (zwischen geradlinigen Bewegungen),
- eine Rundung (am Schnittpunkt sich schneidender Elemente),
- ein Verbindungskreis (am Tangentenpunkt von Elementen oder zwischen Elementen die sich nicht schneiden/tangieren)

Es kann vorkommen, daß die im zweiten Satz vorhandenen Daten nicht ausreichen um den Endpunkt im ersten Satz zu errechnen. In diesem Fall versucht die Steuerung, den Endpunkt des zweiten und des ersten Sätze aus den nächsten Sätzen (max. 5) zu errechnen.

Formate

Aktivieren der Geometrieberechnungen
N.. G64

Aufheben der Geometrieberechnungen
N.. G63

Geradlinige (G0/G1) und kreisförmige Bewegungen (G2/G3)

In diesem Kapitel werden nur die normalerweise verwendeten Formate aufgezählt. Eine ausführliche Beschreibung der möglichen Formate für G0/G1 und G2/G3 sowie Beispiele für die Geometrieanwendung finden Sie in einem Anhang am Ende dieser Anleitung.
Für sämtliche Formate wird angenommen, daß die G64-Funktion bereits in einem vorherigen Satz programmiert worden und somit wirksam ist.
Auch wird angenommen, daß die XY-Ebene wirksam ist. Sollte eine andere Ebene wirksam sein, sind die Formate entsprechend den Angaben unter **Hinweise und Verwendung** -EBENENAUSWAHL zu ändern.

Zugehörigen Funktionen

Keine

Parameter

X,Y,Z	Endpunktkoordinate
X1=,Y1=,Z1=	Endpunkt zweites Element
P	Punktedefinitionsnummer
P1=	Punktedefinitionsnummer
I	Kreismittelpunkt in X /Steigung X
J	Kreismittelpunkt in Y /Steigung Y
K	Kreismittelpunkt in Z /Steigung Z
R	Kreisradius
B1=	Winkel
B2=	Polarwinkel
L2=	Polarlänge
B3=	Polarwinkel für Kreismittelpunkt
L3=	Polarlänge für Kreismittelpunkt
I1=	Parallelverschiebung
J1=	1=Schnittpunkt links, 2=rechts
K1=	Verbindungskreistyp
R1=	R1=0 Tangente

Modalwörter

F, F1=, S, T, H, E und M ausgenommen M6, M66 und M67

Art der Funktion

modal

Hinweise

- Bei G64 kann die Funktion G4 nicht verwendet werden.

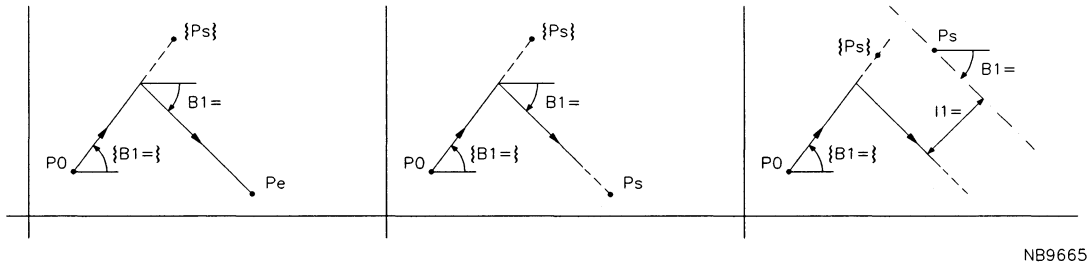
Erklärung der mögliche Formate:

Für die Bilder in denen die Formate erläutert werden gelten folgende

Vereinbarungen:

P0 = ein vom vorherigen Satz bekannter Startpunkt
Ps = ein Hilfspunkt auf einer Geraden oder einer Parallellinie
Pe = ein programmierter Endpunkt
M = ein programmierter Kreismittelpunkt
R = ein programmierter Kreisradius

SCHNITTPUNKT ZWEIER GERADEN

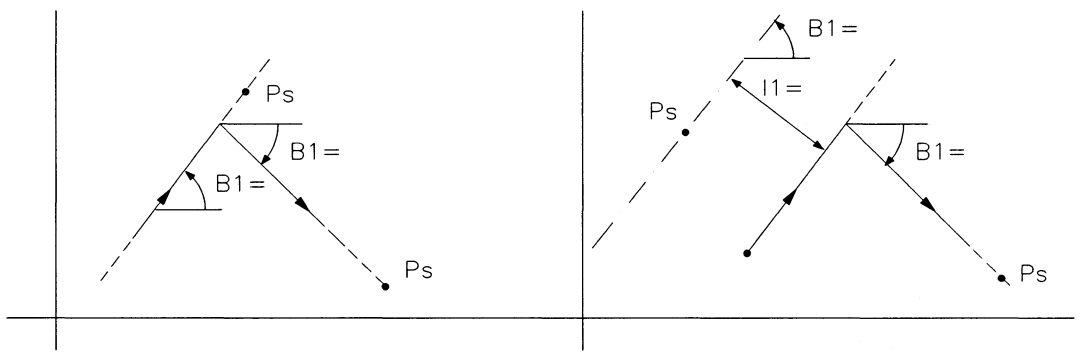


NB9665

Schnittpunkt mit bekanntem Startpunkt (P0) für die erste Gerade

Mögliche Definitionen erste Gerade
N.. G1 {B1=..} (Startpunkt und Winkel)
N.. G1 X{Ps} Y{Ps} (Startpunkt und Hilfspunkt)

Mögliche Definitionen zweite Gerade
N.. G1 B1=.. X{Pe} Y{Pe} (Winkel und Endpunkt)
N.. G1 B1=.. X{Ps} Y{Ps} (Winkel und Hilfspunkt)
N.. G1 X{Ps} Y{Ps} B1= I1= (Hilfspunkt, Winkel und Parallelabstand)



NB9667

Schnittpunkt mit unbekanntem Startpunkt für die erste Gerade

Mögliche Definitionen erste Gerade
N.. G1 {B1=} X{Ps} Y{PS} (Hilfspunkt und Winkel)
N.. G1 B1= X{Ps} Y{Ps} I1= (Hilfspunkt, Winkel und Parallelabstand)

Mögliche Definitionen zweite Gerade

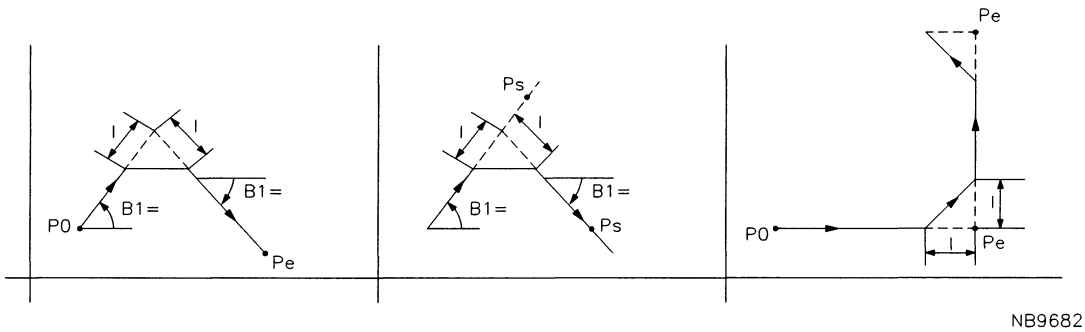
N.. G1 B1=.. X{Pe} Y{Pe}	(Winkel und Endpunkt)
N.. G1 B1=.. X{Ps} Y{Ps}	(Winkel und Hilfspunkt)
N.. G1 X{Ps} Y{Ps} B1= I1=	(Hilfspunkt, Winkel und Parallelabstand)

Hinweis: Der Schnittpunkt kann ebenfalls als Endpunkt programmiert werden, sofern er in der Zeichnung angegeben ist. Siehe unter ***Hinweise und Verwendung*** *- ENDPUNKT.*

FASE AM SCHNITTPUNKT ZWEIER GERADEN

Die Geraden werden entsprechend den Angaben im vorherigen Abschnitt programmiert.

Die Fase wird
- symmetrisch um den Schnittpunkt angeordnet,
- mit G1 und der Fasenbreite (I-Wort) programmiert



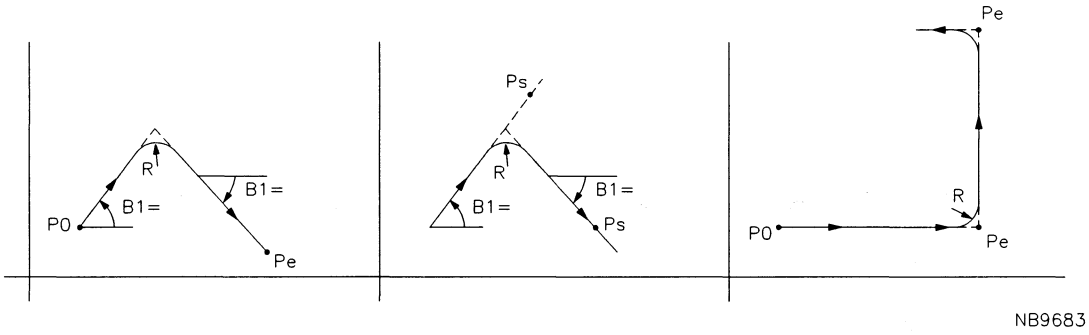
Fase zwischen zwei Geraden

N.. G1	Erste Gerade
N.. I..	Fase
N.. G1	Zweite Gerade

RUNDUNG AM SCHNITTPUNKT ZWEIER GERADEN

Die Geraden werden entsprechend den Angaben im vorherigen Abschnitt programmiert.

Die Rundung
- tangiert an der Geraden im vorherigen und im nächsten Satz
- wird programmiert mit:
- G2 bzw. G3, zur Angabe der Bewegungsrichtung
- dem Rundungsradius (R-Wort)



Rundung zwischen zwei Geraden

N.. G1	Erste Gerade
N.. G2/G3 R..	Rundung
N.. G1	Zweite Gerade

Hinweis: Auch zwischen einer Geraden und einer Fase oder zwischen einer Fase und einer Geraden kann eine Rundung eingefügt werden.

N.. G1	Erste Gerade
N.. G2/G3 R..	Rundung
N.. I1=	Fase
N.. G2/G3 R..	Rundung
N.. G1	Zweite Gerade

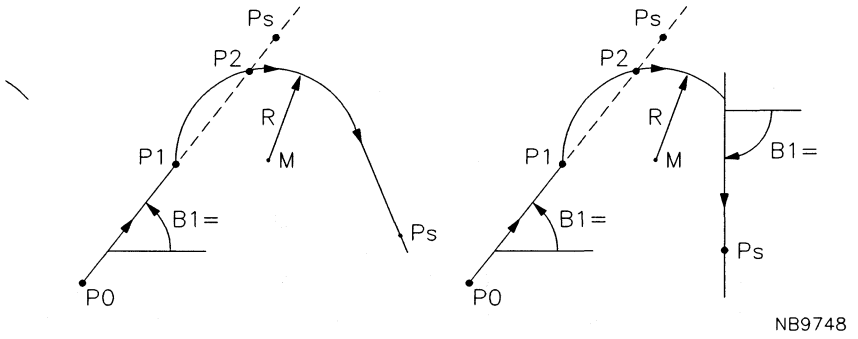
SCHNITTPUNKTANZEIGER

Bei der Berechnung des Schnittpunktes einer Geraden und eines Kreises oder zweier Kreise wird mit dem Wort J1= angegeben, welcher der beiden möglichen Schnittpunkte gemeint ist:
- J1=1 : der linke Schnittpunkt (P1)
- J1=2 : der rechte Schnittpunkt (P2) in Blickrichtung vom Kreismittelpunkt.

Bei einen Linie durch den Mittelpunkt
- J1=1 : der kurze Abstand zum Startpunkt oder Endpunkt
- J1=2 : der größere Abstand zum Startpunkt oder Endpunkt.

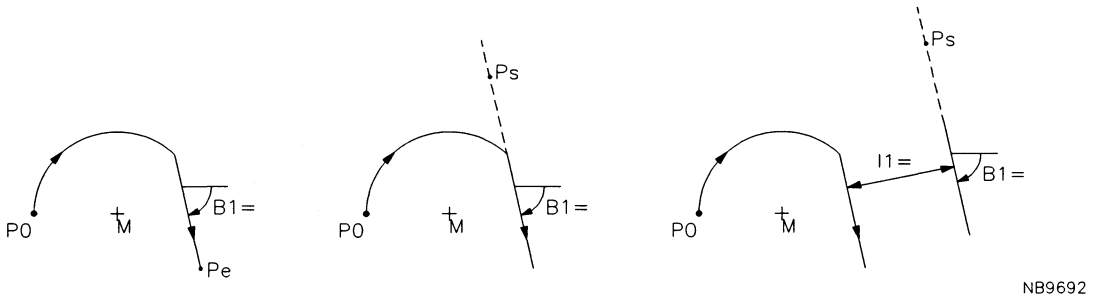
Bei einer Linie durch den Mittelpunkt, wobei der Startpunkt oder Endpunkt zusammenfällt mit dem Mittelpunkt. Die Bewegungsrichtung bestimmt
- J1=1 : ist der erste Schnittpunkt
- J1=2 : ist der zweite Schnittpunkt.

SCHNITTPUNKT GERADE-KREIS ODER KREIS-GERADE



Gerade an Kreis

N.. G1 {B1=..} oder {Hilfspunkt} J1=1/2
N.. G2/G3 I.. J.. R..



Kreis an Gerade

N.. G2/G3 I.. J.. R.. J1=1/2
N.. G1 B1=.. {Hilfspunkt} oder {Endpunkt}

SCHNITTPUNKT ZWEIER KREISE

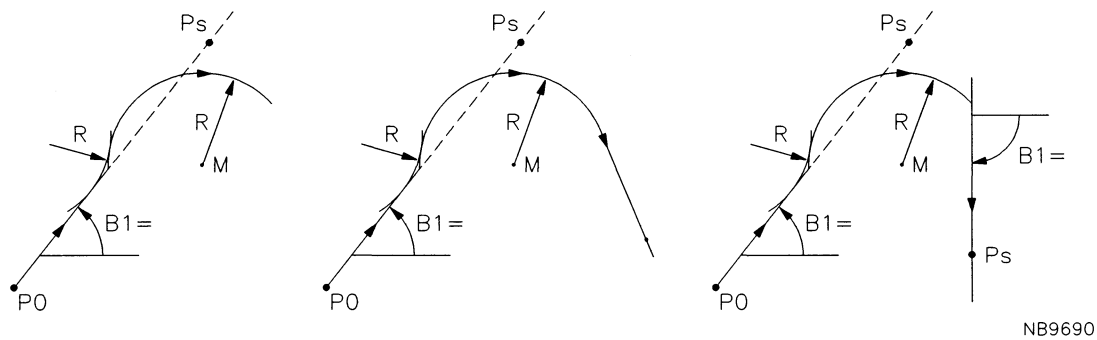
NB9699

N..	G2/G3	I..	J..	{R..}	J1=1/2
N..	G2/G3	I..	J..	R..	

PROGRAMMIEREN EINER RUNDUNG

Eine Rundung
- tangiert immer an den Geometrieelementen (Geraden oder Kreis) im vorherigen und im nächsten Satz
- wird programmiert mit:
- G2 bzw. G3, zur Angabe der Bewegungsrichtung
- dem Rundungsradius (R-Wort)

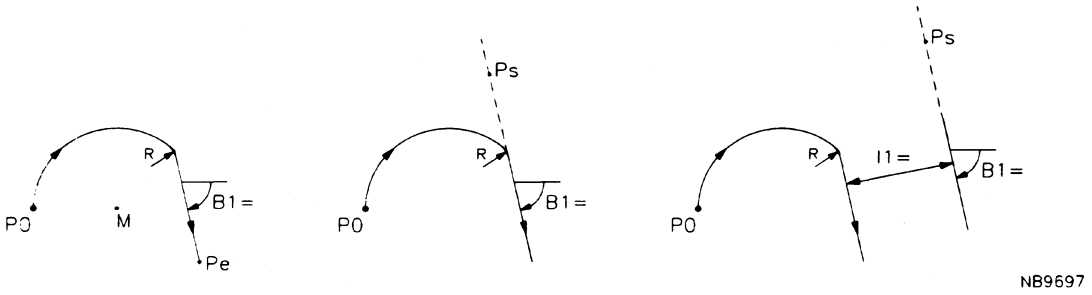
RUNDUNG AM SCHNITTPUNKT GERADE-KREIS ODER KREIS-GERADE



NB9690

Gerade an Kreis

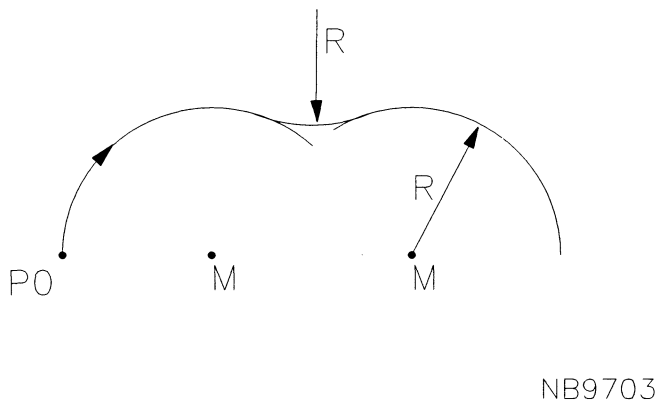
N.. G1 {B1=..} oder {Hilfspunkt} J1=1/2
N.. G2/G3 R..
N.. G3/G2 I.. J... R..



Kreis an Gerade

N.. G3/G2 I.. J... {R..} J1=1/2
N.. G2/G3 R..
N.. G1 B1=.. {Hilfspunkt} oder {Endpunkt}

RUNDUNG AM SCHNITTPUNKT KREIS-KREIS

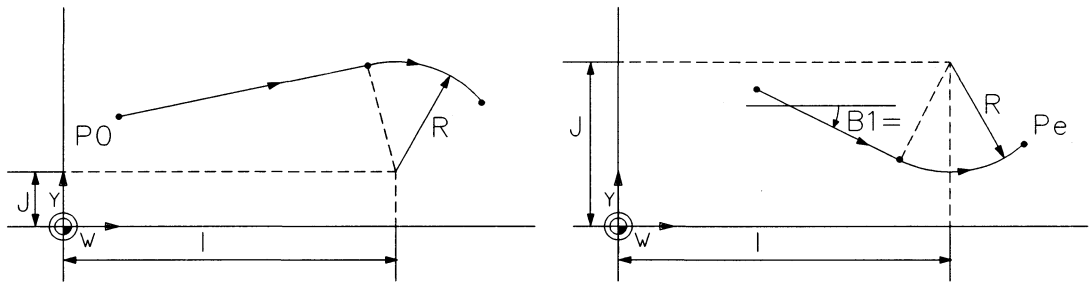


N.. G2/G3 I.. J.. {R..} J1=1/2
N.. G3/G2 R..
N.. G2/G3 I.. J.. R..

ZWEI MITEINANDER TANGIERENDE GEOMETRIEELEMENTE

TANGENTENPUNKTANZEIGER

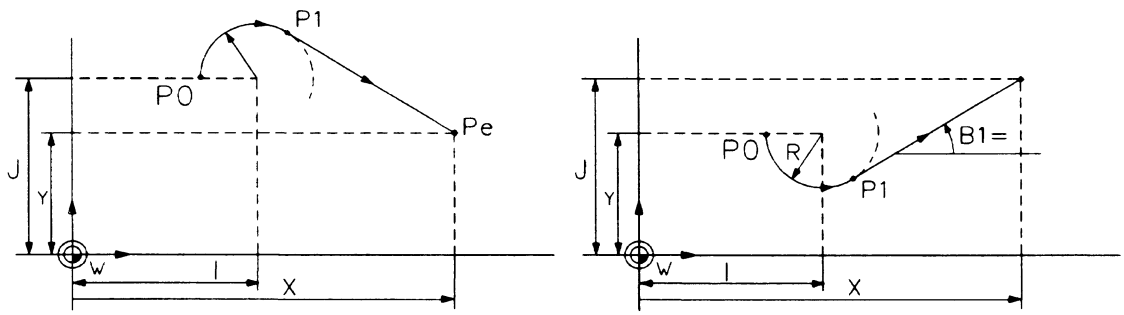
Das Wort R1=0 im ersten Satz dient zur Angabe, daß eine Gerade an einem Kreis tangiert oder daß ein Kreis an einer Geraden oder an einem anderen Kreis tangiert.
GERADE TANGIERT AN KREIS BZW. KREIS TANGIERT AN GERADE



NB9755

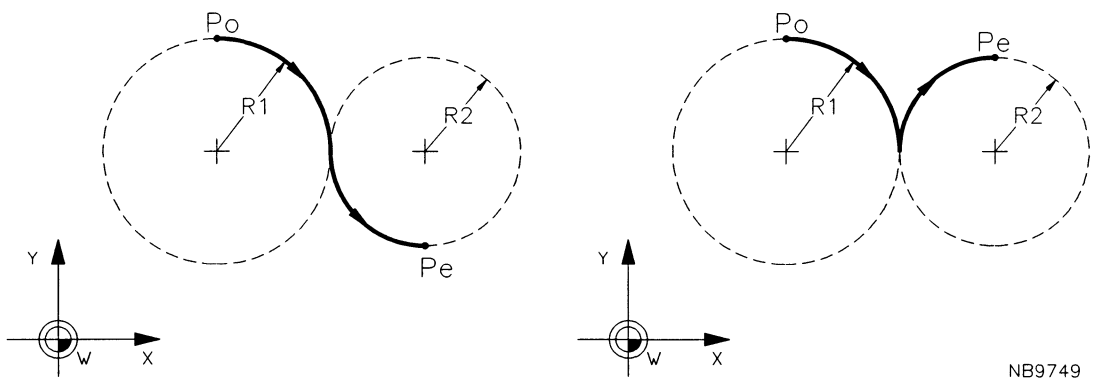
Gerade tangiert an Kreis

N.. G1 {B1=..} oder {Hilfspunkt} R1=0
N.. G2/G3 I.. J.. R..



NB9756

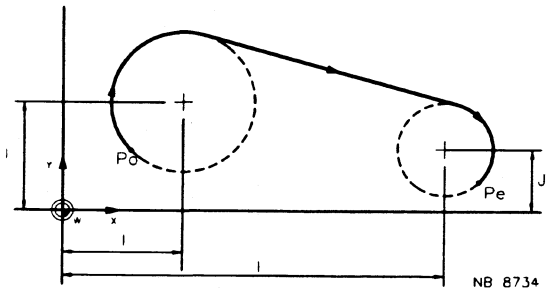
Kreis tangiert an Gerade
N.. G2/G3 I.. J.. {R..} R1=0
N.. G1 {B1=..} oder {Hilfspunkt} oder {Endpunkt}

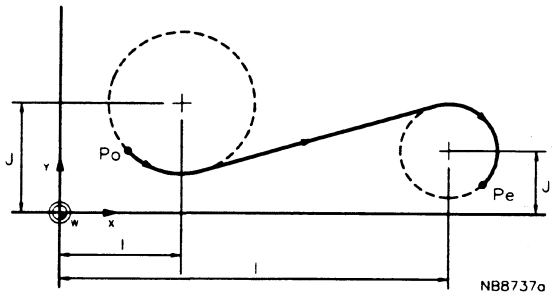


NB9749

Zwei miteinander tangierende Kreise

N..	G2/G3	I..	J..	{R..}	R1=0
N..	G2/G3	I..	J..	R..	





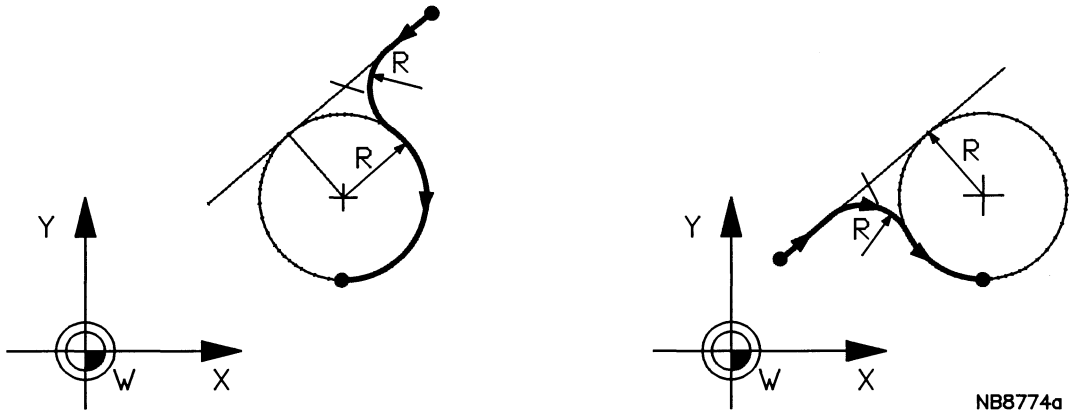
Gemeinsame Tangente an zwei Kreisen

N..	G2/G3	I..	J..	{R..}	R1=0
N..	G1				R1=0
N..	G2/G3	I..	J..	R..	

VERBINDUNGSKREISE

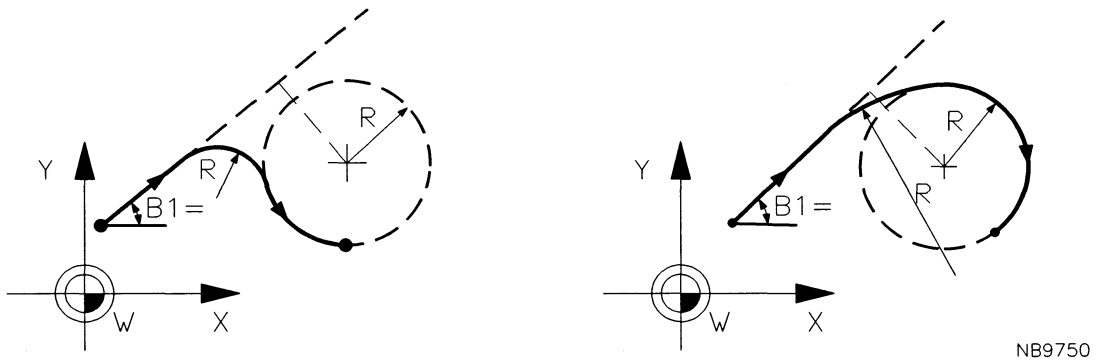
Ein Verbindungskreis
- tangiert immer an den Geometrieelementen (Geraden oder Kreis) im vorherigen und im nächsten Satz;
- wird programmiert mit:
- G2 bzw. G3, zur Angabe der Bewegungsrichtung
- dem Kreisradius (R-Wort)

VERBINDUNGSKREIS ZWISCHEN GERADEN UND KREIS ODER ZWISCHEN KREIS UND GERADEN



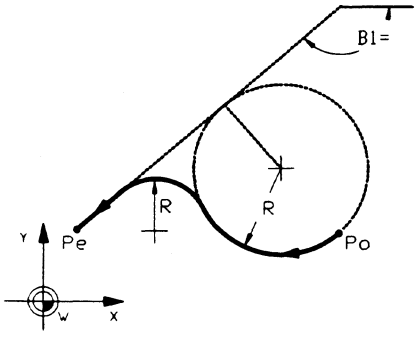
Gerade tangiert an Kreis

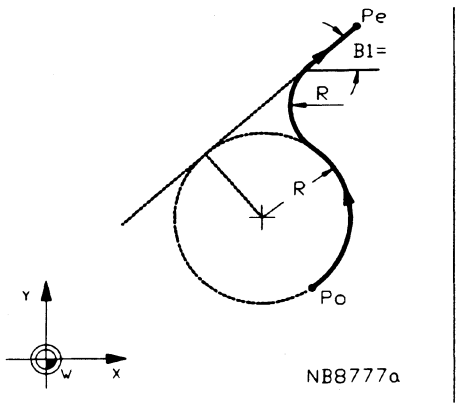
N.. G1 {B1=..} oder {Hilfspunkt} R1=0
N.. G3/G2 R..
N.. G2/G3 I.. J.. R..



Gerade schneidet/tangiert Kreis nicht

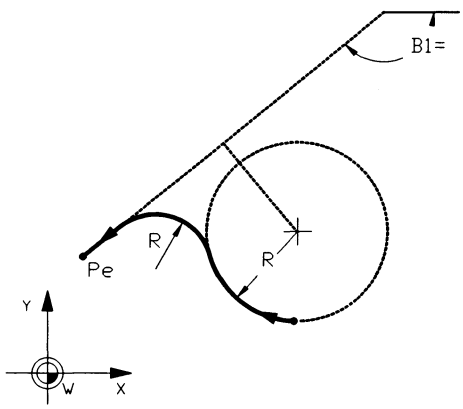
N.. G1 {B1=..} oder {Hilfspunkt}
N.. G3/G2 R..
N.. G2/G3 I.. J.. R..

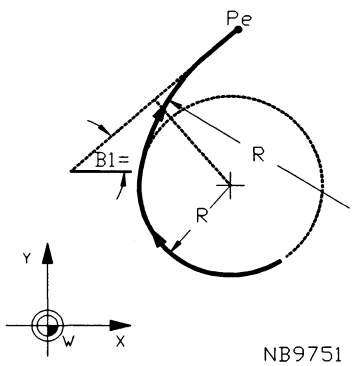




Kreis tangiert an Geraden

N.. G2/G3 I.. J.. R.. R1=0
N.. G3/G2 R..
N.. G1 {B1=..} oder {Hilfspunkt} oder {Endpunkt}



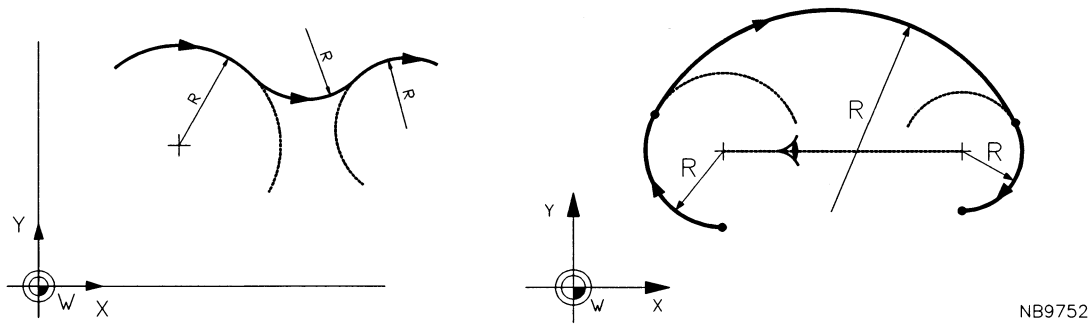


Kreis schneidet/tangiert Gerade nicht

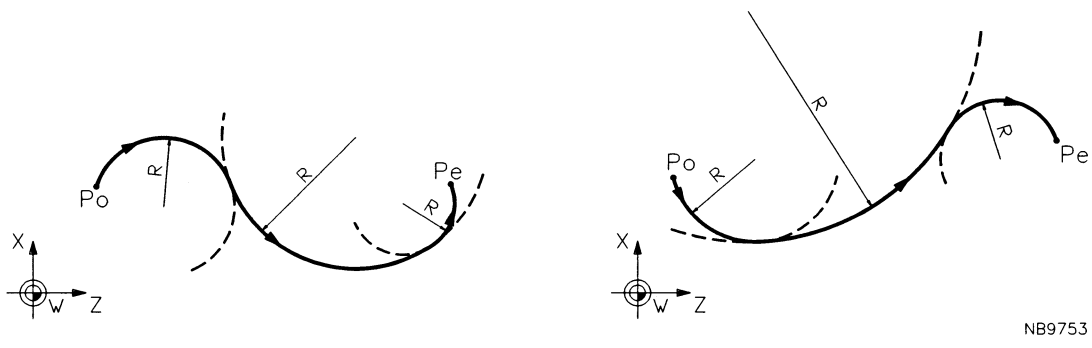
N.. G2/G3 I.. J.. R..
N.. G3/G2 R..
N.. G1 {B1=..} oder {Hilfspunkt} oder {Endpunkt}

VERBINDUNGSKREIS ZWISCHEN ZWEI NEBENEINANDER LIEGENDEN KREISEN

Einfügen eines Verbindungskreises zwischen zwei nebeneinander liegenden Kreisen die sich nicht schneiden/tangieren. Die Art des Verbindungskreises wird durch die Drehrichtung auf den drei Kreisen bestimmt.



NB9752



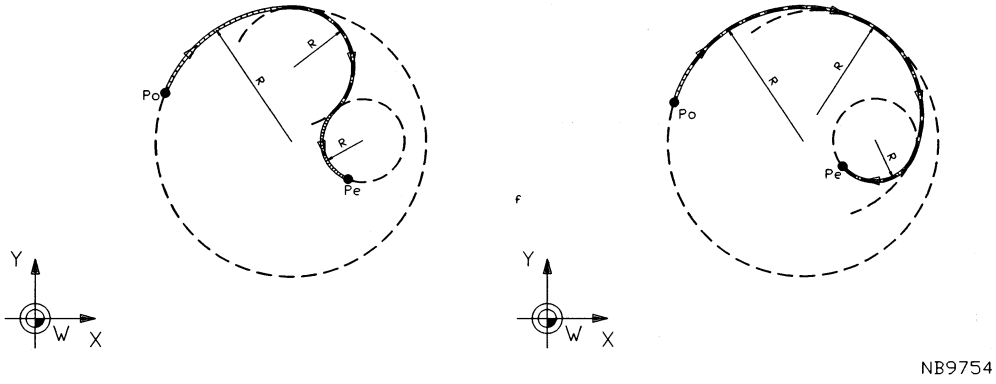
NB9753

Für sämtliche Fälle gilt das gleiche Format:

N..	G2/G3	I..	J..	{R..}
N..	G3/G2	R..		
N..	G2/G3	I..	J..	R..

VERBINDUNGSKREIS ZWISCHEN ZWEI KREISEN VON DENEN EINER INNERHALB DES ANDEREN LIEGT

Einfügen eines Verbindungskreises zwischen zwei Kreisen von denen einer innerhalb des anderen liegt und die sich nicht schneiden/tangieren. Die Art des Verbindungskreises wird durch die Drehrichtung auf den drei Kreisen bestimmt.



Für beide Fälle gilt das gleiche Format:

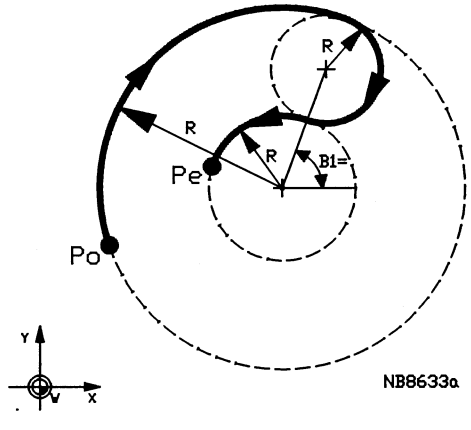
N..	G2/G3	I..	J..	{R..}
N..	G2/G3	R..		
N..	G2/G3	I..	J..	R..

VERBINDUNGSKREIS ZWISCHEN ZWEI KONZENTRISCHEN KREISEN

Zwei konzentrische Kreise sind ein Sonderfall von EIN KREIS INNERHALB DES ANDEREN. Hier fallen die Mittelpunkte beider Kreise zusammen. Mit dem Wort B1=.. wird der Winkel angegeben, der die Gerade durch den Kreismittelpunkt der konzentrischen Kreise und des Verbindungskreises mit der Hauptachse bildet. Diese zusätzliche Information wird in den Satz mit dem Verbindungskreis eingebunden.

Die Formate sind folgende:

Der Radius des Verbindungskreises ist bekannt



Zwei konzentrische Kreise

N..	G2/G3	I..	J..	{R..}
N..	G2/G3	R..	B1=..	
N..	G2/G3	I..	J..	

Der Radius des zweiten Kreises ist bekannt

In diesem Fall wird der Radius des Verbindungskreises von der Steuerung errechnet.

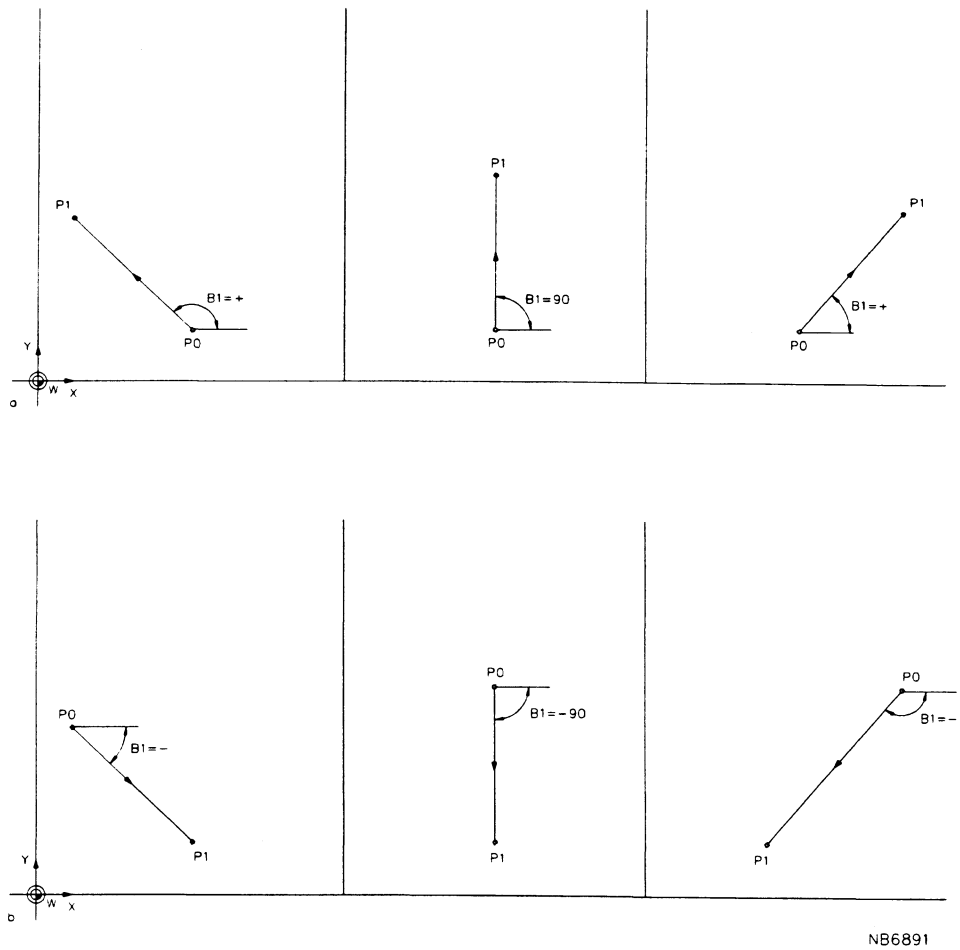
N..	G2/G3	I..	J..	{R..}
N..	G2/G3	B1=..		
N..	G2/G3	I..	J..	R..

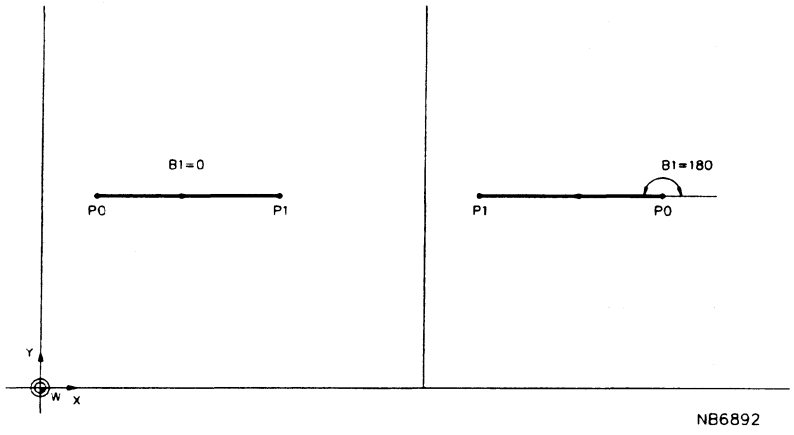
Hinweise und Verwendung

PROGRAMMIEREN DES WINKELS B1=

Häufig muß eine geradlinige Bewegung mit dem Winkel programmiert werden, der die Gerade mit der Hauptachse bildet. Der Winkel wird mit dem Wort B1=.. angegeben.

Der Winkel muß in der Bewegungsrichtung programmiert werden, d.h. die Blickrichtung ist vom Startpunkt der ersten Bewegung auf ihren Endpunkt. Das Vorzeichen des Winkels bestimmt die Bewegungsrichtung und geht aus dem Bild hervor.

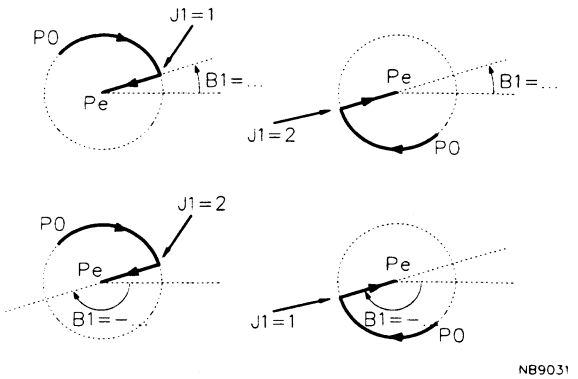




Hinweis: Der Winkel muß richtig programmiert werden, anderenfalls dürfte der falsche Schnittpunkt ausgewählt werden.

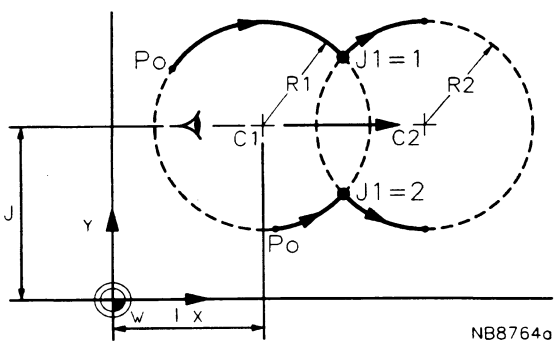
ENDPUNKT Ein Endpunkt wird programmiert mit:
- den absoluten kartesischen Koordinaten X und Y
- den Polarkoordinaten B2= und L2=
- einem vorher definierten Punkt P oder P1=

In bestimmten Fällen ist der Schnittpunkt zweier Elemente in der Zeichnung angegeben und läßt sich als ein Endpunkt programmieren. Es ist dennoch möglich, zwischen geradlinigen Bewegungen eine Fase oder zwischen sich schneidenden Elementen eine Rundung einzufügen.
Wenn der Schnittpunkt zweier Geraden als ein Endpunkt programmiert ist, so wird dieser Punkt als der Startpunkt für die nächste Bewegung betrachtet und kann programmiert werden mit bezeichnet, der andere mit J1=2.



Der Schnittpunkt in der Bewegungsrichtung auf dem Kreis wird mit J1=1 bezeichnet, der andere mit J1=2.

3. Zwei Kreise schneiden sich



Wenn zwei Kreise sich schneiden, so wird mit Blick vom Mittelpunkt des ersten Kreises auf den Mittelpunkt des zweiten Kreises der links von der Geraden durch die Mittelpunkte liegende Schnittpunkt mit J1=1 und der rechts von der Geraden liegende Schnittpunkt mit J1=2 bezeichnet.

Hinweis: *Für die Bedeutung von "in der Bewegungsrichtung auf der Geraden" bzw. "in der Bewegungsrichtung auf dem Kreis" siehe PROGRAMMIEREN DES WINKELS B1=.*

KONTINUIERLICHE UND DISKONTINUIERLICHE BEWEGUNG

Bei einer kontinuierlichen Bewegung bewegt sich das Werkzeug immer in Vorwärtsrichtung. Wenn mehrere Verbindungskreise möglich sind, so hängt es von der Bewegungsrichtung auf den Elementen ab, welchen Verbindungskreis die Steuerung auswählt. Wenn bei einem Verbindungskreis ein kurzer oder ein langer Kreisbogen möglich ist, so wird der kürzere Kreisbogen genommen.

Für eine diskontinuierliche Bewegung gilt:
- das Werkzeug kann in Rückwärtsrichtung verfahren
- die Werkzeugbahn kann sich selbst schneiden
- bei einer Kreisbewegung kann der längere Kreisbogen genommen werden

Für bestimmte Fräsarbeiten ist die Verwendung von diskontinuierlichen Bewegungen erforderlich, z.B. wenn der längere Bogen eines Verbindungskreises programmiert werden soll. Bei Applikationen wie Laser-Bearbeitung können die diskontinuierlichen Bewegungen sehr nützlich sein.

Für die Programmierung diskontinuierlicher Bewegungen sei auf den Anhang verwiesen.

AUFHEBEN

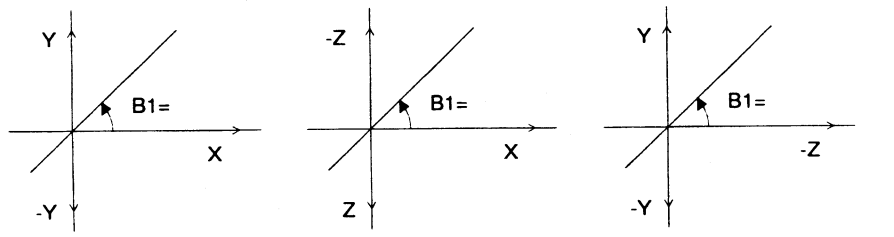
Die Geometrieberechnungen werden mit der Funktion G63 aufgehoben.
Danach müssen vollständige Sätze programmiert werden.
Im letzten Satz vor dem Aufheben der Geometrieberechnungen muß eine absolute Lage programmiert werden.

EINSCHALTZUSTAND

Bei CNC rücksetzen wird G63 automatisch wirksam.

EBENENAUSWAHL

Die Ebene in der die Geometrieberechnungen durchgeführt werden, wird mit G17 (XY-Ebene), G18 (XZ-Ebene) oder G19 (YZ-Ebene) festgelegt.
Die Definition des Winkels B1= bezieht sich auf:
- die + X-Achse in der XY- oder der XZ-Ebene
- die - Z-Achse in der YZ-Ebene



G17 **G18** **G19**

Definition des Winkels in den verschiedenen Ebenen

Ein Hilfspunkt kann programmiert werden mit:
- X1= und Z1= in der XZ-Ebene
- Y1= und Z1= in der YZ-Ebene

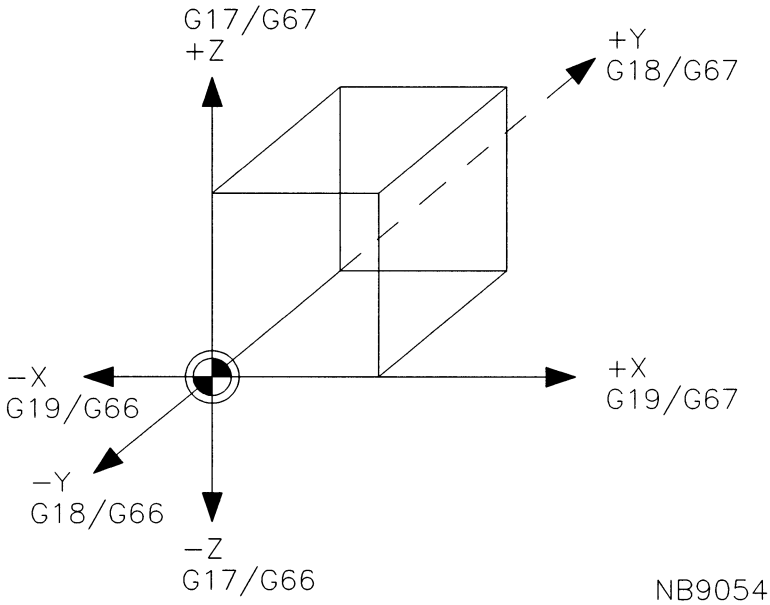
38. Auswahl negative/positive Werkzeugrichtung G66/G67

Zweck

Auswahl der Richtung in der das Werkzeug zeigt.
WZ-Längenkorrektur in - Richtung/+ Richtung G66/G67

G66: Werkzeug zeigt in der negativen Richtung der Werkzeugachse
G67: Werkzeug zeigt in der positiven Richtung der Werkzeugachse

Diese Funktionen ermöglichen es dem Bediener, stets einen positiven Wert für die Werkzeuglänge in den Werkzeugspeicher einzugeben und dem Programmierer, stets vom Werkzeug aus auf die Ebene für Kreisinterpolation und Radiuskorrektur zu schauen.



Format

Werkzeug zeigt in der negativen Richtung der Werkzeugachse.

N... G66

Werkzeug zeigt in der positiven Richtung der Werkzeugachse.

N... G67

Zugehörige Funktionen

G17/G18/G19

Art der Funktion

modal

Hinweise und Verwendung

EINSCHALTZUSTAND

Beim Einschalten der CNC ist die Funktion G66 automatisch wirksam, d.h. das Werkzeug zeigt in der negativen Richtung der Werkzeugachse.

VERFÜGBARKEIT

Die G66/G67 ist nicht in allen Versionen aktiv, da Sie nicht für alle Maschinentypen möglich ist. Es kann auch sein, daß Sie nur im G19 möglich ist.

WERKZEUGLÄNGE IM WERKZEUGSPEICHER

Der im Werkzeugspeicher abgelegte Zahlenwert für die Werkzeuglänge stellt immer einen positiven Betrag dar, es sei denn, daß Korrekturen der Länge eines Standard-Werkzeugs verarbeitet werden.

WERKZEUGLÄNGENKORREKTUR

Wenn G66 wirksam ist (Einschaltzustand), wird die Werkzeuglängenkorrektur in der negativen Richtung der Werkzeugachse vorgenommen.

Wenn G67 wirksam ist, wird die Werkzeuglängenkorrektur in der positiven Richtung der Werkzeugachse vorgenommen.

KREISINTERPOLATION

Um die Drehrichtung auf einem Kreisbogen zu bestimmen, schaut der Programmierer in der negativen (G66) bzw. positiven (G67) Richtung der Werkzeugachse auf die Ebene, in der der Kreis ausgeführt wird. In beiden Fällen wird G2 für eine Bewegung im Uhrzeigersinn und G3 für eine Bewegung im Gegenuhrzeigersinn verwendet.
Wenn G67 wirksam ist, werden die erforderlichen Umsetzungen während der Programmabarbeitung automatisch von der CNC vorgenommen.

RADIUSKORREKTUR

Zur Bestimmung, ob das Werkzeug links oder rechts vom Werkstück verfährt, wird in der negativen (G66) bzw. positiven (G67) Richtung der Werkzeugachse auf die Ebene geschaut, in der die Radiuskorrektur ausgeführt wird. In beiden Fällen wird G141 für eine Werkzeugbewegung links vom Werkstück und G42 für eine Werkzeugbewegung rechts vom Werkstück verwendet.

Wenn G67 wirksam ist, werden die erforderlichen Umsetzungen während der Programmabarbeitung automatisch von der CNC vorgenommen.

FESTZYKLEN

Wenn das Werkzeug in die positive Richtung der Werkzeugachse zeigt, so muß die beim Festzyklus verwendete Tiefe mit einem positiven Vorzeichen (+) programmiert werden, zur Angabe, daß der Zyklus in der positiven Richtung der Werkzeugachse ausgeführt werden soll. Das Vorzeichen wird nicht automatisch gewechselt.

Für Fräszyklen (G87) bis G89) gilt folgendes:

- Die Drehrichtung auf den Kreisbögen wechselt automatisch in der entgegengesetzten Richtung.
- Die mit dem J-Wort programmierte Richtung beim Fräsen wird nicht automatisch gewechselt.

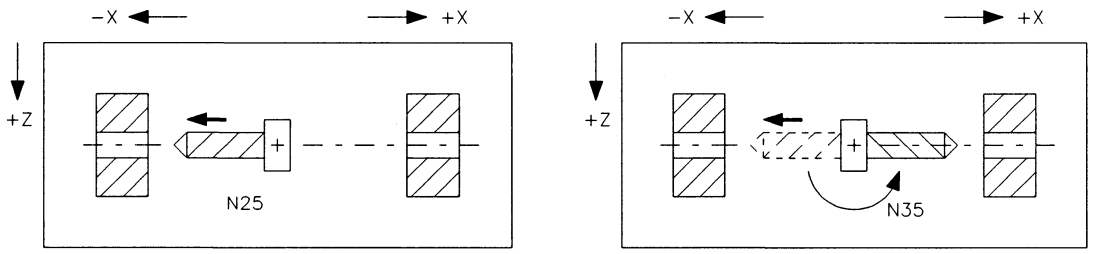
LÖSCHEN

Die beiden Funktionen löschen sich gegenseitig. Sie werden nicht durch Softkey CNC Rücksetzen, Softkey Programm abbrechen oder M30 gelöscht.

EINSCHRÄNKUNG

Von der Verwendung von G67 in Verbindung mit Geometrieberechnungen (G64 wirksam) ist abzuraten. Aktivieren der Geometrie nach G67 löst keine Fehlermeldung aus. Es können sich Konturfehler ergeben, weil nicht alle Geometriefunktionen einwandfrei umgesetzt werden.

Beispiel



NB9055a

G66 wirksam G67 wirksam

N25 G1 (Endpunktkoordinaten)
:
N30 G67
N35 G1 (Endpunktkoordinaten)

Erläuterung:

N25 : Das erste Loch wird gebohrt

N30 : Werkzeugaufruf, wobei das Werkzeug in der positiven Richtung der Werkzeugachse zeigt.
N35 : Das zweite Loch wird gebohrt.

39. Maßeinheit: Inch/Metrisch G70/G71

Zweck

Erlaubt das Laden von Teileprogrammen, deren Maßangaben in einem anderen Maßsystem geschrieben sind, als das an der CNC eingestellte System.

G70: Maßeinheiten des Teileprogramms sind Zollmaßen
G71: Maßeinheiten des Teileprogramms sind Millimeter

Format

Zoll Programmierung:

N... (PROGRAMMNAME) G70

Metrische Programmierung

N... (PROGRAMMNAME) G71

Art der Funktion

modal

Hinweise und Verwendung

MAßEINHEITEN

Einheiten für Linearmaße		:	.001 mm	.0001 Zoll
Einheiten für Vorschub	(G94)	:	.001 mm/min	.0001 Zoll/min
	(G95)	:	.001 mm/U	.0001 Zoll/U
Einheiten für Schnittgeschwindigkeit		:	1 m/min	1 Fuß/min

*Hinweis: Die Schnittgeschwindigkeit wird in den Technologietabellen verwendet.*1

AKTIVES MAßSYSTEM
Beim Initialisieren der CNC wird automatisch das über eine Maschinenkonstante (MC707) definierte Maßsystem wirksam.

Hinweis: Die Funktionen G70 und G71 werden zu Beginn der programmierter Daten geschrieben. Sie haben keine Auswirkung auf das Meßsystem der Werkzeugmaschine.

WECHSELN DES MAßSYSTEMS
Muß das aktive Maßsystem gewechselt werden, z.B. weil ein in einem anderen Maßsystem erstelltes Teileprogramm über die Tastatur eingegeben werden soll, so muß die Belegung der entsprechenden Maschinenkonstanten geändert und die CNC neu initialisiert werden.

Nach der Initialisierung werden alle **in den Speichern** abgelegten Maßangaben durch 10 dividiert (Wechsel von metrischen Maßen auf Zollmaßen) bzw. mit 10 multipliziert (Wechsel von Zollmaßen auf metrischen Maßen). Siehe auch CNC-SPEICHER.

UMSETZEN DER MAßEINHEIT BEIM LADEN EINES PROGRAMMES VON EINEM DATENTRÄGER

Wenn die CNC beim Laden eines Programms von einem Datenträger aus G70 oder G71 erkennt, so prüft sie, ob das für das Programm verwendete Maßsystem dem aktiven System entspricht. Wird ein Unterschied festgestellt, so werden die Koordinaten der Linearachsen und die Vorschubgeschwindigkeit durch die CNC in den Äquivalenten des aktiven Systems umgesetzt. X1 (1 Zoll), zum Beispiel, wird in X25.4 (25.4 mm) umgesetzt. Die Funktion G70 bzw. G71 wird dabei automatisch gewechselt.

Hinweis: Alle Maßangaben in einem Programm müssen immer in der gleichen Maßeinheit ausgedrückt sein.

AUSFÜHREN EINES TEILEPROGRAMMS

Wenn G70 bzw. G71 nicht am Anfang eines Teileprogramms programmiert sind, so nimmt die CNC an, daß sämtliche Maßangaben dem an der CNC eingestellten Maßsystem entsprechen.

Wenn G70 bzw. G71 programmiert ist, so prüft die CNC, ob die Maßangaben im gespeicherten Programm dem an der CNC eingestellten Maßsystem entsprechen. Wird ein Unterschied festgestellt, so erfolgt eine Fehlermeldung.

CNC-SPEICHER

Die in den CNC-Speichern abgelegten Werkzeugdaten, Nullpunktverschiebungen, definierte Punkte und Technologiedaten müssen immer in den Einheiten des aktiven Maßsystems ausgedrückt sein. Wird dieses System gewechselt, so müssen sämtliche gespeicherten Werte dem neuen System entsprechend geändert werden. Ein Systemwechsel hat keine Auswirkung auf den Parameterspeicher.

EINGABE EINES PROGRAMMS ÜBER DAS CNC-BEDIENFELD

Die Funktion G70 bzw. G71 in einem Programm das über das CNC-Bedienfeld in den Speicher geladen wird, muß immer dem aktiven Maßsystem entsprechen, anderenfalls erfolgt eine Fehlermeldung.

Beispiele

BEISPIEL 1

An der CNC eingestelltes Maßsystem : metrisches System
Maßangaben im Teileprogramm : Zollmaßen.

```
N9001 (EX.1) G70
.
N50 G1 X2 Y1.5 F8
```

Das Einlesen von Programmsatz N50 in den Teileprogrammspeicher bewirkt, daß die Koordinaten X50.8 Y38.1 und ein Vorschub von 203.2 mm/min gespeichert werden.

BEISPIEL 2

An der CNC eingestelltes Maßsystem : Zollsystem
Maßangaben im Teileprogramm : Millimeter

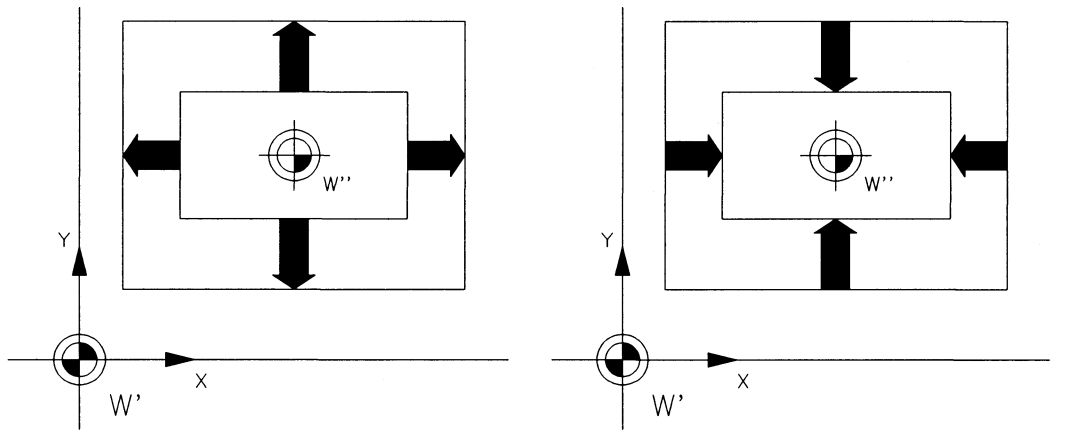
```
N9002 G71
.
N50 G1 X50.8 Z38.1 F203.2
```

Das Einlesen von Programmsatz N50 in den Teileprogrammspeicher bewirkt, daß die Koordinaten X2. Y1.5 und ein Vorschub von 8. Zoll/min gespeichert werden.

40. Spiegeln und Maßfaktor aufheben/aktivieren G72/G73

Zweck

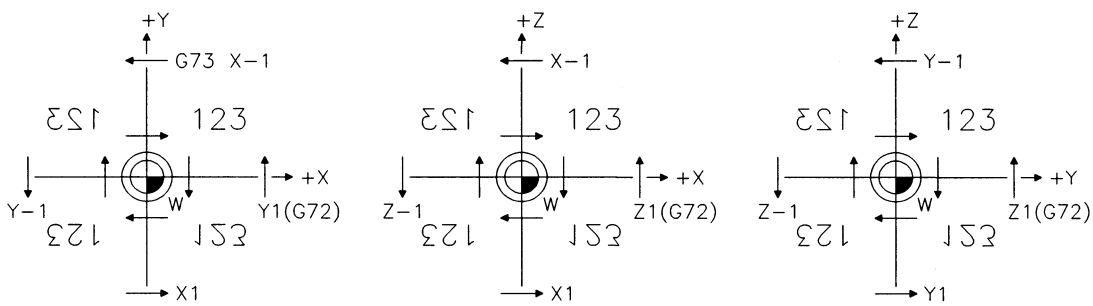
1. Vergrößern bzw. Verkleinern einer Anordnung von Achsenkoordinaten.



NB8684

Vergrößern Verkleinern

2. Spiegeln einer Anordnung von linearen Hauptachsenkoordinaten bzw. Umkehren des Vorzeichens von Drehachsenkoordinaten (Vorzeichenwechsel).



XY–PLANE (G17) XZ–PLANE (G18) YZ–PLANE (G19)

NB8685

G72 : Vergrößern/Verkleinern und Spiegeln löschen.
G73 : Vergrößern/Verkleinern und/oder Spiegeln aktivieren.

Format

Vergrößern/Verkleinern aktivieren
N... G73 A4=...

Vergrößern/Verkleinern löschen
N... G73 A4=1 (Faktor) bzw. A4=100 (Prozentsatz)

Spiegeln um eine Achse bzw. Vorzeichenwechsel je Achse
N... G73 {X-1} {Y-1} {Z-1} {A-1} {B-1} {C-1}

Spiegeln / Vorzeichenwechsel je Achse löschen
N... G73 {X1} {Y1} {Z1} {A1} {B1} {C1}

Vergrößern/Verkleinern und Spiegeln löschen
N... G72

Zugehörige Funktionen

G92/G93 Achsendrehung

Parameter

G72
Keine Spezialwörter

Modale Wörter
H, T1=

G73
Vergrößern/Verkleinern

A4= Maßfaktor

Spiegeln/Vorzeichenwechsel
X X-1:spiegeln / X1:aufheben
Y Y-1:spiegeln / Y1:aufheben
Z Z-1:spiegeln / Z1:aufheben
A A-1:Spiegeln / A1:Aufheben
B B-1:Spiegeln / B1:Aufheben
C C-1:Spiegeln / C1:Aufheben

Modale Wörter
F, S, H, E..=
T1=, T2=,

Art der Funktion

modal

Hinweise und Verwendung

VERGRÖSSERN/VERKLEINERN

PARAMETER A4= FÜR VERGRÖSSERN/VERKLEINERN

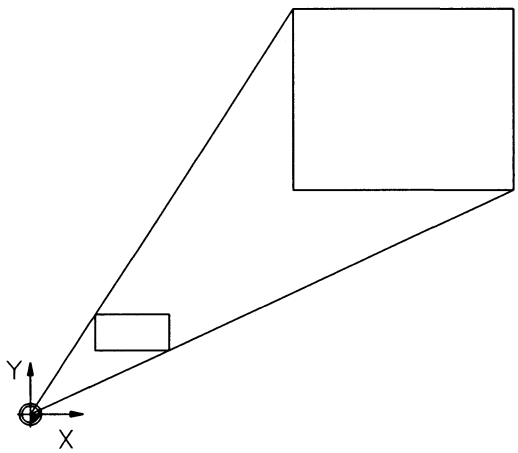
Über eine Maschinenkonstante (MC714 und MC715) wird definiert, ob der Parameter A4= einen Faktor (Format 2.6) oder einen Prozentsatz (Format 3.4) darstellt.

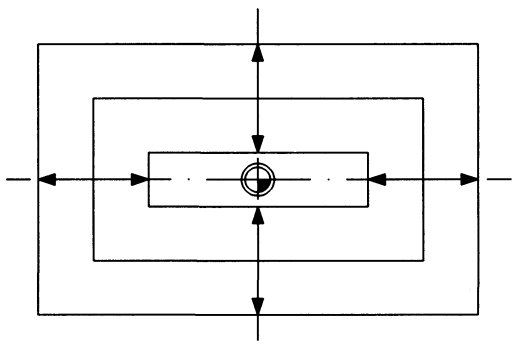
Das Format des Faktors wird über eine weitere Maschinenkonstante definiert.

Eine Erweiterung der Abmessungen um 1,25 % wird folgendermaßen programmiert:

- als Faktor : G73 A4=1.0125
- als Prozentsatz : G73 A4=101.25

GEOMETRISCHE MITTE DER KOORDINATENANORDNUNG





Vergrößern/Verkleinern um den Nullpunkt W

Vergrößern/Verkleinern um die geometrische Mitte

Die Funktion G73 benutzt den aktuellen Nullpunkt W als Ausgangspunkt. Nötigenfalls sollte dieser Punkt mittels einer G92/G93-Nullpunktverschiebung auf die geometrische Mitte der Koordinatenanordnung verschoben werden, und zwar vor der Vergrößerung/Verkleinerung. Dadurch wird erreicht, daß die Koordinaten symmetrisch um einen festen Punkt vergrößert/verkleinert werden, dessen Position nicht verändert wird.

PROGRAMMIERTE NULLPUNKTVERSCHIEBUNGEN (G92/G93)

Soll eine Anordnung von Koordinaten vergrößert/verkleinert werden, deren Nullpunkte mittels G92/G93 verschoben sind, so werden auch diese Nullpunktverschiebungen vergrößert/verkleinert.

G51...G59-NULLPUNKTVERSCHIEBUNGEN

Die Nullpunktverschiebungen G51...G59 bleiben beim Vergrößern/Verkleinern unverändert.

VERGRÖSSERN/VERKLEINERN DER WERKZEUGACHSE

Über die Maschinenkonstante für den Faktor wird definiert, ob Vergrößern/Verkleinern nur für die Achsenkoordinaten in der Hauptebene oder auch für die Werkzeugachse gilt.

WERKZEUGABMESSUNGEN

Beim Vergrößern/Verkleinern in der Werkzeugachse bleibt die Werkzeuglänge unverändert. Dies gilt auch für den Werkzeugdurchmesser.

NR8689

Vor Vergrößern/Verkleinern

Nach Vergrößern/Verkleinern - Werkzeug ist zu groß

Beim Vergrößern/Verkleinern muß der Programmierer bestimmen, ob der Durchmesser des vorhandenen Werkzeuges für die einzelnen Abmessungen geeignet ist.

VERGRÖSSERN/VERKLEINERN LÖSCHEN

Vergrößern/Verkleinern wird gelöscht durch:

- G72 (auch Spiegeln wird gelöscht, sofern diese Funktion ansteht)
- Softkey CNC rücksetzen, Softkey Programm abbrechen oder M30
  (Vergrößern/Verkleinern und Spiegeln werden beide gelöscht)
- G73 und den Maßstabfaktor: A4=1 bzw. A4=100

SPIEGELN

VORZEICHENWECHSEL

Spiegeln um die Y-Achse in z.B. der XY-Ebene bedeutet, daß das Vorzeichen der X-Koordinate umgekehrt wird, d.h. +X wird zu -X und vice versa (Vorzeichenwechsel).
Wenngleich Spiegeln einer Drehachse nicht möglich ist, kann ihr Vorzeichen umgekehrt werden, d.h. +B wird zu -B.

EBENENAUSWAHL

Spiegeln ist nur in der Hauptebene von Bedeutung

G17 wirksam:
X-1 : Spiegeln um die Y-Achse
Y-1 : Spiegeln um die X-Achse
Z-1 : Vorzeichenwechsel in der Werkzeugachse

G18 wirksam:
X-1 : Spiegeln um die Z-Achse
Z-1 : Spiegeln um die X-Achse
Y-1 : Vorzeichenwechsel in der Werkzeugachse

G19 wirksam:
Y-1 : Spiegeln um die Z-Achse
Z-1 : Spiegeln um die Y-Achse
X-1 : Vorzeichenwechsel in der Werkzeugachse

SPIEGELN VON KREISBEWEGUNGEN

Beim Spiegeln einer Kreisbewegung in einer Achse wird die Drehrichtung umgekehrt, d.h. G2 wird zu G3 bzw. G3 wird zu G2. Die Bewegungsrichtung des Werkzeuges auf dem Kreisbogen ist dann immer richtig.

WERKZEUGRADIUSKORREKTUR

Beim Spiegeln in einer Achse wird die Werkzeugradiuskorrektur automatisch gewechselt, beispielsweise von G41 auf G42. Auf diese Weise wird sichergestellt, daß aus den programmierten Koordinaten die genaue Radiuskorrektur errechnet wird.

PROGRAMMIERTE NULLPUNKTVERSCHIEBUNGEN (G92/G93)

Soll eine Anordnung von Koordinaten gespiegelt werden, deren Nullpunkte mittels G92/G93 verschoben sind, so werden auch diese Nullpunktverschiebungen gespiegelt.

G51...G59-NULLPUNKTVERSCHIEBUNGEN

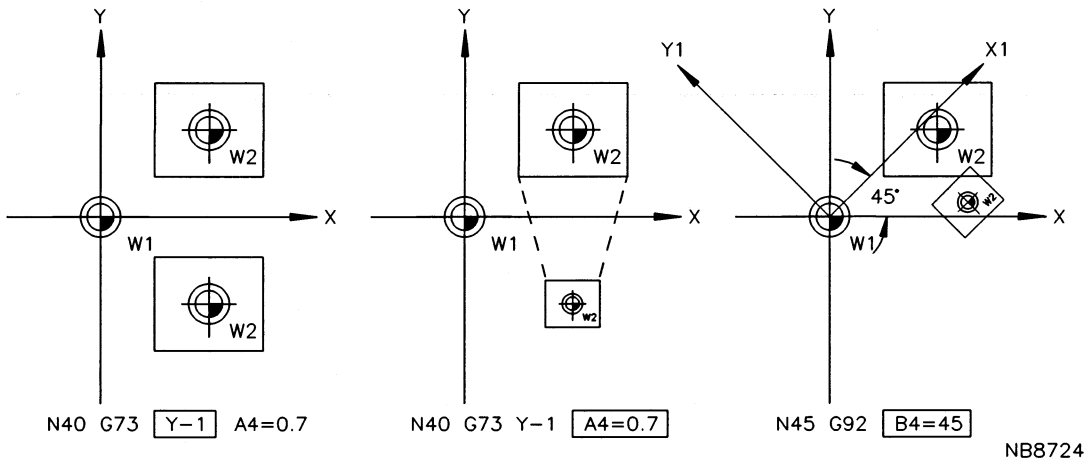
Die Nullpunktverschiebungen G51...G59 bleiben beim Spiegeln unverändert.

SPINDELDREHUNG

Beim Spiegeln wird die Spindeldrehrichtung nicht umgekehrt. Dieser Tatsache sollte bei der Entscheidung welche Achsenkoordinaten gespiegelt werden müssen, berücksichtigt werden.

VERGRÖSSERN/VERKLEINERN, SPIEGELN UND ACHSENDREHUNG

Eine Anordnung von Achsenkoordinaten kann mit einer Kombination aus den Funktionen G73, G92/G93 und dem Wort B4= vergrößert/verkleinert, gespiegelt und gedreht werden.



SPIEGELN SKALIEREN ROTIEREN

SPIEGELN LÖSCHEN

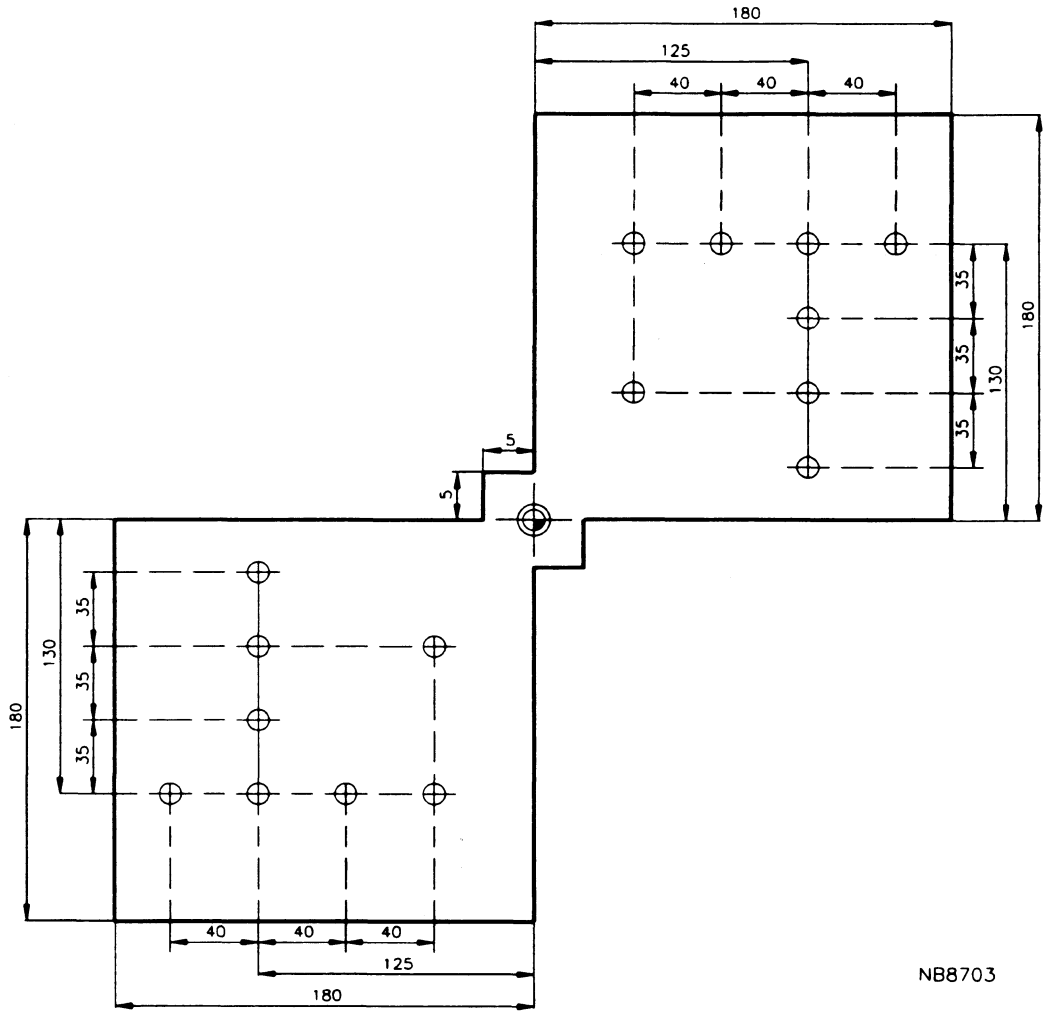
Spiegeln wird gelöscht durch:

- G72 (auch Vergrößern/Verkleinern wird gelöscht, sofern diese Funktion ansteht)
- Softkey CNC rücksetzen, Softkey Programm abbrechen oder M30
  (Vergrößern/Verkleinern und Spiegeln werden beide gelöscht)
- G73 und das positive Vorzeichen der gespiegelten Achse.

X-1, zum Beispiel, wird durch X+1 gelöscht.

Beispiel

Spiegeln




```
N7273    (SPIEGELN EINER TASCHE)
N1 G17
N2 G54
N3 S1000 T1 M6 (Fräser R4)
N4 G0 X-5 Y10 Z10 F700 M3
N5 G1 Z-15
N6 G43 Y5
N7 G41
N8 G1 X0
N9 G1 Y180
N10 G1 X180
N11 G1 Y0
N12 G1 X5
N13 G1 Y-10
N14 G40
N15 G1 Z10
N16 G73 X-1 Y-1
N17 G14 N1=4 N2=15
N18 G72
N19 S100 T2 M6 (Bohrer R4)
N20 G81 Y10 Z-20 F200 M3
N21 G79 X125 Y25
```

```
N22 G79 Y60
N23 G79 Y95
N24 G79 Y130
N25 G79 X165
N26 G79 X85
N27 G79 X45
N28 G79 Y60
N29 G73 X-1 Y-1
N30 G14 N1=21 N2=28
N31 G72
N32 G0 Z200
N33 M30
```

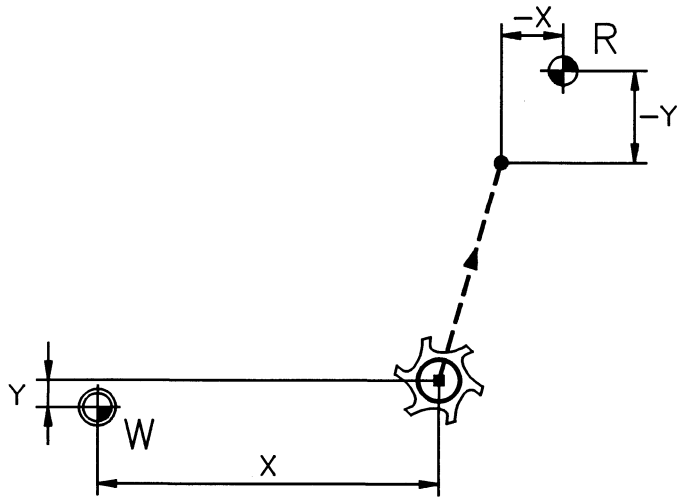
Erläuterung:

N1	:	Bearbeitungsebene XY.
N2	:	Nullpunktverschiebung aktivieren.
N3	:	Werkzeug 1 einwechseln.
N4	:	Positionieren im Eilgang.
N5	:	Auf bearbeitungstiefe fahren.
N6	:	Werkzeugradiuskorrektur bis Endpunkt.
N7	:	Werkzeugradiuskorrektur links.
N8-N13	:	Werkstück bearbeiten.
N14	:	Werkzeugradiuskorrektur löschen.
N15	:	Werkzeug freifahren.
N16	:	Koordinaten um X- und Y-Achse spiegeln.
N17	:	Wiederholung der Sätze 4-15.
N18	:	Spiegeln löschen.
N19	:	Werkzeug 2 einwechseln.
N20	:	Bohrzyklus definieren.
N21-N28	:	Zyklusaufruf.
N29	:	Koordinaten um X- und Y-Achse spiegeln.
N30	:	Wiederholung der Sätze 21-28.
N31	:	Spiegeln löschen.
N32	:	Werkzeug freifahren.
N33		Programm-Ende.

41. Absolutposition G74

Zweck

Verfahren im Eilgang auf eine Position, deren Koordinaten sich auf den maschinenfesten Referenzpunkt R oder auf Maschinepositionen beziehen.



Format

N... G74 X.. Y.. Z.. {X1=..} {Y1=..} {Z1=..} {K...} {L...} {K2=...)

Zugehörige Funktionen

G0

Parameter

X,Y,Z Endpunktkoordinate
X1=,Y1=,Z1= Absolutposition MC (1-10)
A,B,C Endwinkel
K 0=Genauhalt,1=verschleifen,2=MC
K2= Inpoc Fenster (0: MC, 1-32767 μm)
L 0=mit WZ-Länge, 1=ohne WZ-Länge
Modale Wörter
F,S, E...=

Art der Funktion

Nicht modal

Hinweise und Verwendung

ANWENDUNG

Die Funktion G74 wird vorwiegend in Programmierzyklen für Werkzeugwechsler, Pallettenstationen u.dgl. angewendet, und zwar dann, wenn die programmierten Koordinaten unabhängig von den zum Definieren der Werkstückbearbeitung verwendeten Koordinaten sein sollen.

Hinweis: Die Eingabe der Absolutposition mit den Adressen X1=.., Y1=.., K2=.. usw. wird für Installationszwecke verwendet!

ENDPUNKTKOORDINATE

Die Endpunktkoordinate kann auf zwei Methoden festgelegt werden.

1) X100: Relative Position in bezug auf den Referenzpunkt.
2) X100 X1=2: Relative Position in bezug auf die Absolutposition der Maschinenkonstante MC3146.

   Für die erste Achse können die Maschinenpositionen 1 bis 10 in den Maschinenkonstanten MC3145 -- MC3154 festgelegt werden. Für die zweite Achse im MC3245 -- MC3254 usw.
   Ist der Wert in der verwendeten Maschinenkonstante Null, wird keine Fahrbewegung ausgeführt.

HALT ZWISCHEN DEN SÄTZEN (K-Wort)

Bei G74 erfolgt eine simultane Verfahrbewegung in allen programmierten Achsen. Die nächste Verfahrbewegung beginnt erst, wenn in allen Achsen die Sollposition erreicht ist. Der Bewegungsform wird bestimmt durch den K-wert:

K0: Es wird ein (Genau)-Halt zwischen der Bewegung von Satz G74 und der Bewegung im nächsten Satz berücksichtigt, wie es bei Eilgangbewegungen üblich ist.
(K0 ist Einschaltstellung).

K1: Es wird kein Halt zwischen der Bewegung von Satz G74 und der Bewegung im nächsten Satz berücksichtigt (verschleifen). Die nächste Bewegung fängt an, nachdem in allen Achsen die Sollposition nahezu erreicht ist.

K2: Es wird kein Halt zwischen der Bewegung von Satz G74 und der Bewegung im nächsten Satz berücksichtigt. Die nächste Bewegung fängt an, nachdem in allen Achsen die Sollposition nahezu erreicht ist. Diese Position wird durch die Maschinenkonstante (MC136) (K2=0) oder durch die Fenstergröße (K2=...) für den Eckenfreigabeabstand definiert.

   K2= Fenstergröße in mm (0-32.766 mm)

INKREMENTALE BEWEGUNGEN

Wird nach einer G74-Bewegung eine inkrementale Bewegung programmiert, so beziehen sich die Koordinaten auf die im G74-Satz angegebene Position.

WERKZEUGLÄNGENKORREKTUR

Im allgemeinen wird bei G74 keine Werkzeuglängenkorrektur angewendet (L0 ist Einschaltstellung). Für Werkzeuglängenkorrektur muß L1 programmiert werden.

RADIUSKORREKTUR

Vor Aktivierung der G74-Funktion muß die Radiuskorrektur (G41...G44) gelöscht werden.

GEOMETRIEFUNKTION

Bei G74 darf die Geometriefunktion G64 nicht aktiv sein.

NULLPUNKTVERSCHIEBUNG

Die wirksame Nullpunktverschiebung wird für den G74-Satz ignoriert.

ACHSENDREHUNG UND VERGRÖSSERN/VERKLEINERN

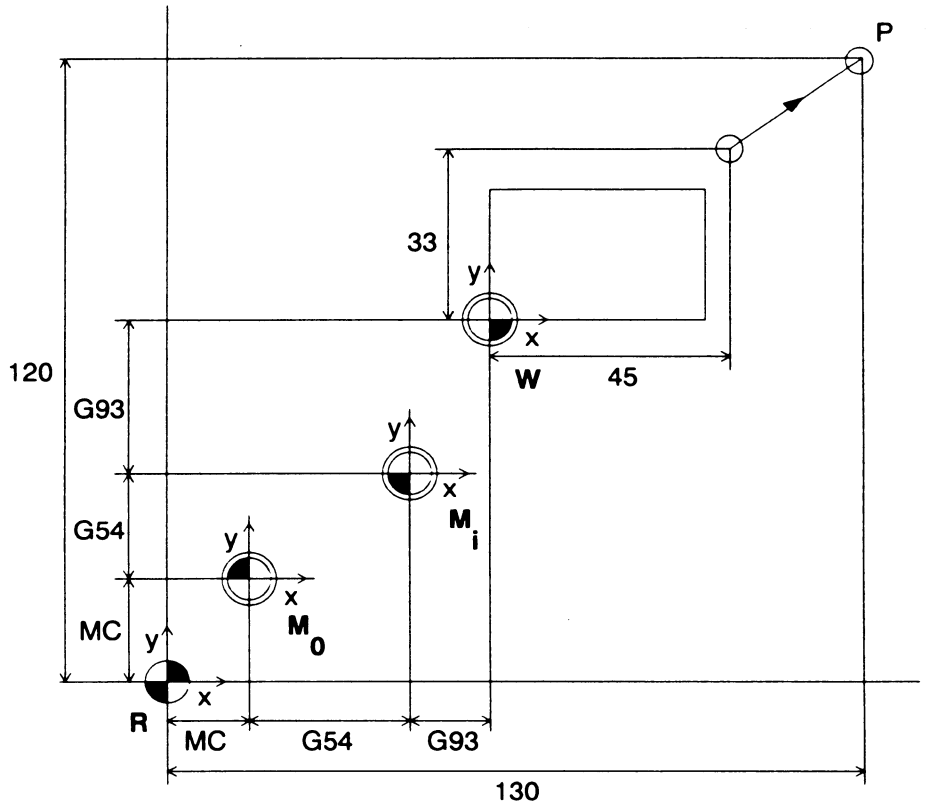
Die programmierte G74-Position bleibt bei einer Achsendrehung oder Vergrößern/Verkleinern unverändert.

NACH AUSFÜHRUNG EINES G74-SATZES

Nach einem G74-Satz werden sämtliche Nullpunkte sowie die Werkzeuglängenkorrektur (falls unterdrückt) wieder wirksam.

Die Verfahrbewegung unmittelbar vor G74 muß mit G0 oder G1 programmiert werden. Die Verfahrbewegung unmittelbar nach G74 wird automatisch mit der gleichen G-Funktion ausgeführt.

Beispiel



NB7980

Die Koordinaten von P bezogen auf R sind bekannt. P wird folgendermaßen programmiert:

...
N10 G0 X45 Y33
N11 G74 X130 Y120
...

Beispielsatz:
N20 G74 X100 X1=1 Y123.456 Z1=10 K2 K2=25.2

X100 X1=1 Relative Position in bezug auf die Absolutposition der Maschinenkonstante (MC3145).

Y123.456 Relative Position in bezug auf den Referenzpunkt.

Z1=10 (Z0) Absolute Position dir Maschinenkonstante (MC3354).

K2 Es wird kein Halt zwischen der Bewegung von Satz G74 und der Bewegung im nächsten Satz berücksichtigt. Die nächste Bewegung fängt an, nachdem in allen Achsen die Sollposition nahezu erreicht ist. Diese Position wird durch die Fenstergröße (K2=...) für den Eckenfreigabeabstand definiert.

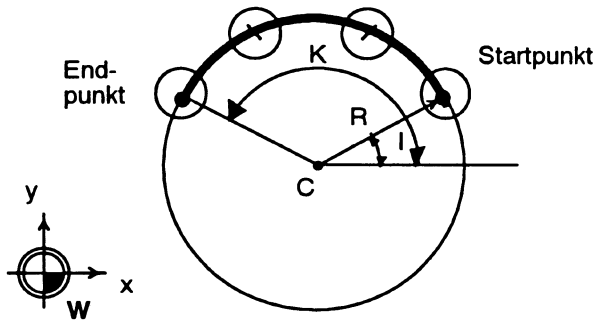
K2= Fenstergröße in mm

42. Lochkreiszyklus G77

Zweck

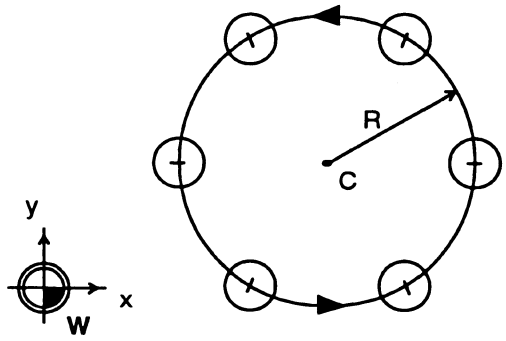
Ausführen eines Festzykluses an Punkten, die sich in gleichbleibendem Abstand auf einem Kreisbogen oder Vollkreis befinden.

Format



ARC

NB8546



kompletter Zyklus

NB8547

KREISBOGEN VOLLKREIS

N... [Definition des Festzykluses]
N... G77 [Kreismittelpunktkoordinaten] R... J... {I.../K...}

Zugehörige Funktionen

G79,G81,G83-G89
Wortweise Absolut-/Inkremental-Programmierung (X90=.., X91=..)

Parameter

X,Y,Z	Lochkreismittelpunkt
A,B,C	Endwinkel
I	Anfangswinkel zum ersten Punkt
J	Anzahl der Punkte
K	Endwinkel zum letzten Punkt
P	Punktnr. von Lochkreismittelpunkt
R	Lochkreisradius
B1=	Winkel
B2=	Polarwinkel
L1=	Streckenlänge
L2=	Polarlänge
P1=	Punktnr. von Lochkreismittelpunkt
ENNN=	Parameterdefinition

Wortweise Absolut-/Inkremental-Programmierung

X90=,Y90=,Z90=	Mittelpunkt absolut
A90=,B90=,C90=	Endwinkel absolut
X91=,Y91=,Z91=	Mittelpunkt inkremental
A91=,B91=,C91=	Endwinkel inkremental

Art der Funktion

Nicht modal

Hinweise und Verwendung

ABLAUFRICHTUNG DER ZYKLEN - Ein fester Zyklus wird im Uhrzeigersinn entlang der kreisförmigen Bahn wiederholt.

I-WINKEL Minimaler Winkel - 360 Grad; maximaler Winkel + 360 Grad.
K-WINKEL Minimaler Winkel 0 Grad; maximaler Winkel + 360 Grad.

RICHTUNG Als I-K grösser ist als Null, sind die Löcher in CW Richtung.
Als I-K kleiner ist als Null, sind die Löcher in CCW Richtung.

GEDREHTE TASCHE ODER NUTE-

Eine vordefinierte Tasche oder Nute (G87 bzw. G88) kann um einem Winkel gedreht werden. Die Drehmitte ist der Punkt, der im G77-Satz zum Programmieren der Taschen- bzw. Nutenlage verwendet wird.

Daraus ergeben sich drei Möglichkeiten:

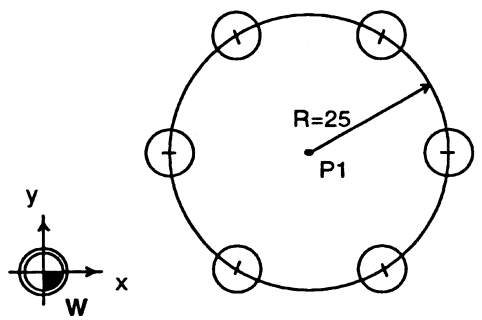
1. B1= -Adresse nicht im G77-Satz enthalten
   In diesem Fall verlaufen die Taschen- oder Nutenseiten parallel zu den Hauptachsen.
2. B1=0 im G77-Satz
   In diesem Fall ist die Achse jeder Tasche oder Nute radial, d.h. sie liegt in der Richtung des Radiuses vom Kreismittelpunkt zum Punkt auf dem kreis. (Siehe Programmbeispiel 3).

3. B1<>0 im G77-Satz
   In diesem Fall gibt B1=.. den Winkel an, der die Tasche bzw. Nute mit dem Radius zur Taschenmitte bildet. (Siehe Programmbeispiel 4).

Hinweis: Die Adresse B1= im G77-Satz hat zwei Bedeutungen. Sie stellt den Winkel für das Drehen einer Tasche bzw. Nute dar, oder die lage des Kreismittelpunktes (B1= mit L1=, oder X/Y mit B1=).

Beispiele

BEISPIEL 1 Zyklus auf einem Vollkreis



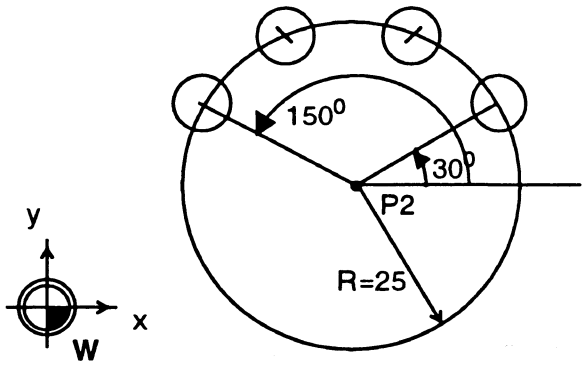
NB5820

N40 G78 P1 X... Y... Z...
N50 G81 Y1 Z-10 F100 S1000 M3
N60 G77 P1 R25 I0 J6

Erläuterung:

N40 : Erster definierter Punkt
N50 : Zyklus definieren
N60 : Zyklus sechsmal auf dem Vollkreis wiederholen

BEISPIEL 2 Zyklus auf einem Kreisbogen



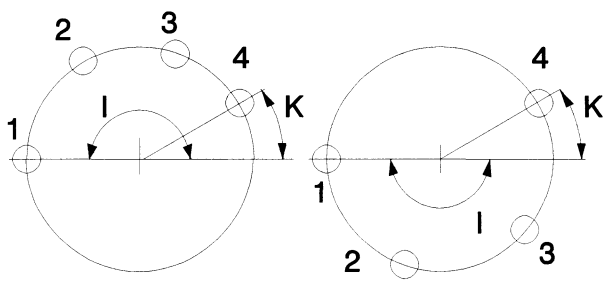
NB5819A

N40 G78 P2 X... Y... Z...
N50 G81 Y1 Z-10 F100 S1000 M3
N60 G77 P2 R25 I30 K150 J4

Erläuterung:

N40 : Zweiter definierter Punkt
N50 : Zyklus definieren
N60 : Zyklus viermal auf dem Kreisbogen wiederholen; Anfang bei 30 Grad, Ende bei 150 Grad.

BEISPIEL 3 Richtung der Bohrungen auf einem Kreisbogen



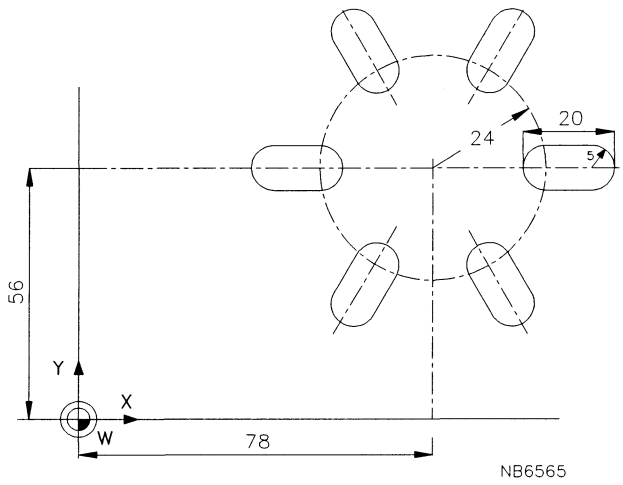
I = 180 I-K > 0 CW I = -180 I-K < 0 CCW

N50 G81 Y1 Z-10 F100 S1000 M3
N60 G77 X0 Y0 Z0 R25 **I180 K30** J4
N70 G77 X0 Y0 Z0 R25 **I-180 K30** J4

Erläuterung:

N50 : Zyklus definieren
N60 : Zyklus viermal auf dem Kreisbogen wiederholen; Anfang bei 180 Grad, Ende bei 30 Grad im Uhrzeigersinn (CW).
N70 : Zyklus viermal auf dem Kreisbogen wiederholen; Anfang bei -180 Grad, Ende bei 30 Grad im Gegenuhrzeigersinn (CCW).

BEISPIEL 4
Radiale Nuten



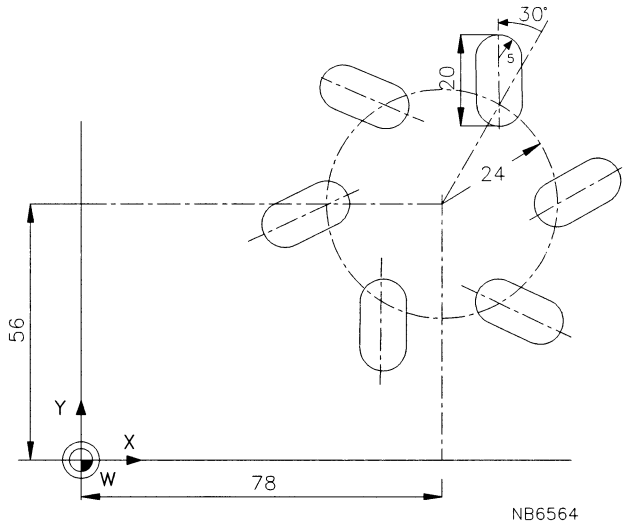
N60 T1 M6
N65 G88 X20 Y10 Z-10 B1 F100 S1000 M3
N70 G77 X78 Y56 Z0 R24 I0 J6 B1=0

Erläuterung:

N60 : Werkzeug 1 einwechseln (Fräser mit Radius von 4.8 mm)
N65 : Nute definieren, als verliefen die Seiten parallel zu den X- und Y-Achsen
N70 : Die radialen Nuten werden gefräst. Der Satz enthält:
-den Mittelpunkt des Lochkreises (X78, Y56, Z0),
-den Radius (R),
-den Winkel, den der Radius des ersten Punktes mit der X-Achse bildet (I),
-die Anzahl der Bohrungen auf dem Kreis (J),
-B1=0 zur Angabe, daß es sich um radiale Nuten handelt.

BEISPIEL 5

Gedrehte Nuten



N60 T1 M6
N65 G88 X20 Y10 Z-10 B1 F100 S1000 M3
N70 G77 X78 Y56 Z0 R24 I0 J6 B1=30

Erläuterung:

N60 : Werkzeug 1 einwechseln (Fräser mit Radius von 4.8 mm)
N65 : Nute definieren, als verliefen die Seiten parallel zu den X- und Y-Achsen
N70 : Die gedrehte Nuten werden gefräst. Für eine Erläuterung der Adressen siehe das vorherige Beispiel.

Im Vergleich zu Beispiel 3 hat nur die Adresse B1= einen anderen Wert.

43. Punktedefinition G78

Zweck

Die Koordinaten eines Punktes einmalig in einem Programm definieren. Für eine Verfahrbewegung zu einem Punkt braucht lediglich die Punktenummer programmiert zu werden, und nicht dessen Koordinaten.

Format

N... G78 P... [Punktekoordinaten]

Zugehörige Funktionen

G0, G1, G2/G3, G45, G46, G77, G79, G92/G93, G145

Parameter

X,Y,Z	Punktkoordinate
A,B,C	Punktwinkel
B2=	Polarwinkel
L2=	Polarlänge
P	Punktedefinitionsnummer

Modale Wörter
E...=

Art der Funktion

Nicht modal

Hinweise und Verwendung

KOORDINATEN

Es können nur kartesische Koordinaten relativ zum aktiven Programmnullpunkt W oder Polarkoordinaten (B2=.., L2=..) in der Hauptebene verwendet werden.

G-FUNKTIONEN BEI VORDEFINIERTEN PUNKTEN

Die Programmsätze mit den Funktionen G2/G3, G77, G92 und G93 können nur einen einzigen definierten Punkt enthalten.

Die Programmsätze mit den Funktionen G0, G1 und G79 können bis zu vier definierte Punkte enthalten.

VERWENDUNG EINES VORDEFINIERTEN PUNKTES

Das Format für die Verwendung eines vordefinierten Punktes lautet:
N... G... P..., worin P... die Nummer des Punktes im Punktespeicher ist.

Weitere Formate sind möglich:

N... G79 P4=2 P2=10 P3=1 P1=5
N... G79 P1=E5 P2=E1

Die P-Adresse kann auch mit Index programmiert werden. Der Indexwert gibt die Priorität für die Reihenfolge der Abarbeitung an. Es stehen Indexzahlen von 1-4 zur Verfügung (1=höchste Priorität, 4=niedrigste Priorität). Die Eingabe nach dem Gleichheitszeichen ist die Nummer des Punktes im Punktespeicher.

Eine weiter Möglichkeit ist, die Punktedefinition parameterisiert einzugeben, wobei der Index wieder die Priorität setzt.

PUNKTESPEICHER

Im Punktespeicher der CNC können bis zu 255 definierte Punkte abgelegt werden. Die Maximalzahl wird über eine Maschinenkonstante (MC82) definiert.

LÖSCHEN

Die Koordinaten eines definierten Punktes bleiben wirksam bis:
- der Punkt durch einen anderen G78-Satz neu definiert wird
- der Punktespeicher geändert oder durch den Bediener gelöscht wird
- ein Datenträger mit definierten Punkten eingelesen wird.

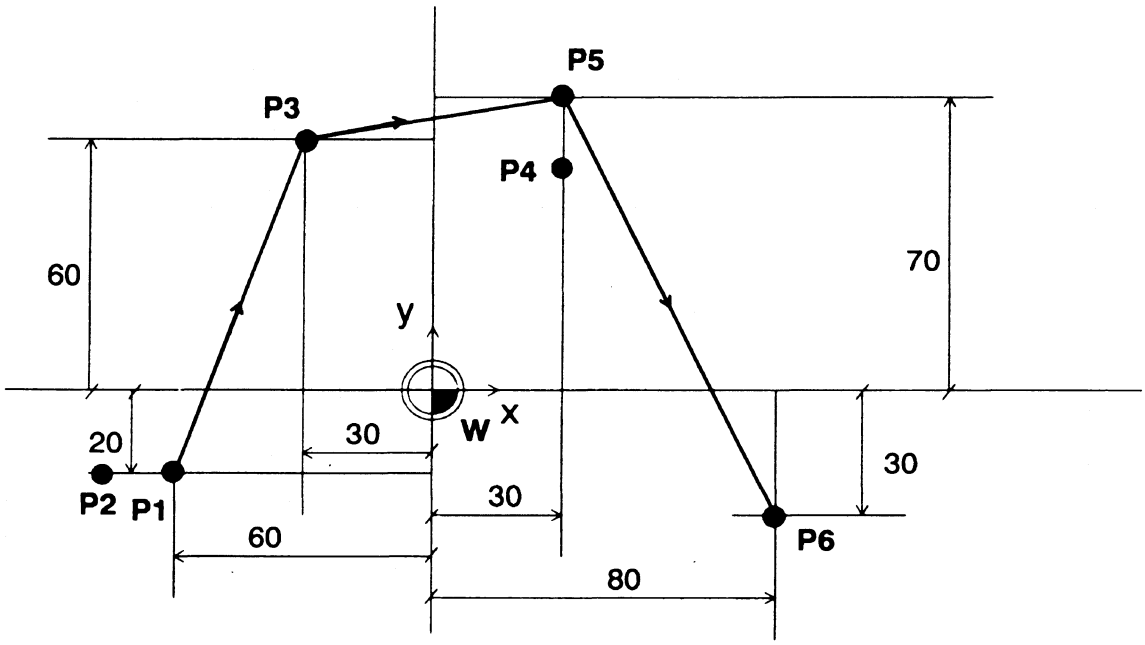
Der Punktespeicher wird nicht durch CNC rücksetzen beeinträchtigt.

EINSCHRÄNKUNGEN

In einem G78-Satz kann jeweils nur ein Punkt spezifiziert werden. Weitere Wörter sind nicht zulässig.

Beispiele

BEISPIEL 1.



NB8548

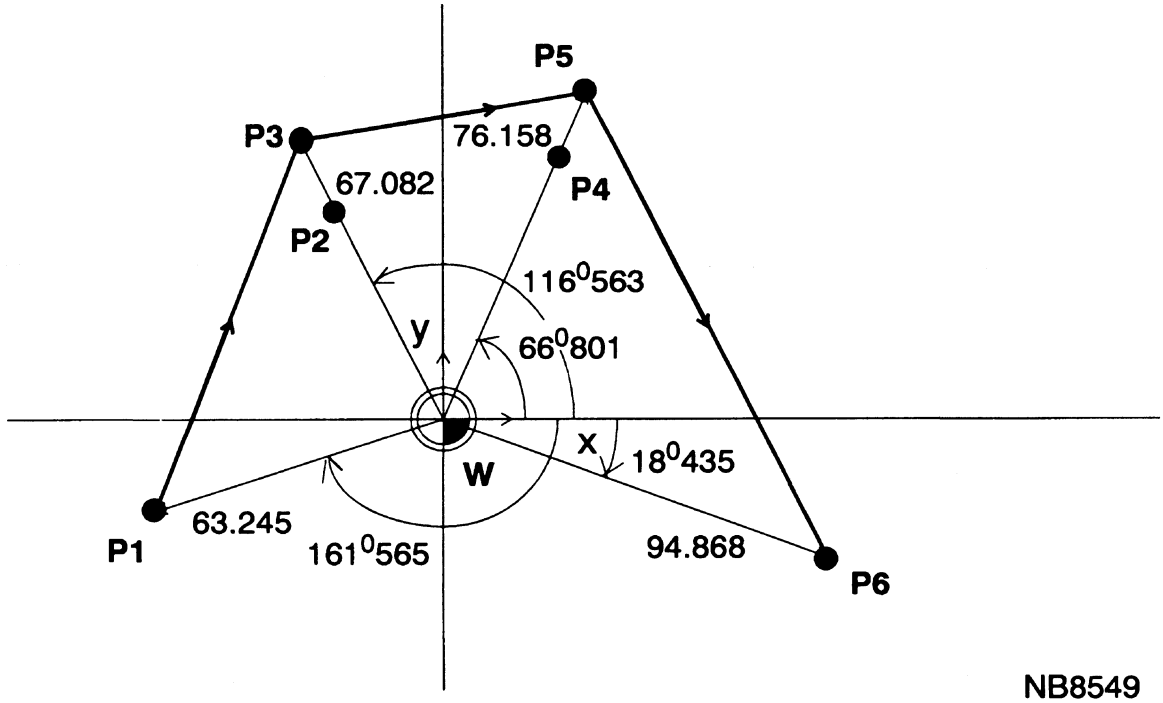
...
N10 G78 P1 X-60 Y-20
N11 G78 P2 X-70 Y-20
N12 G78 P3 X-30 Y60
N13 G78 P4 X30 Y50
N14 G78 P5 X30 Y70
N15 G78 P6 X80 Y-30
:
N90 G0 P1=1
N91 G1 P1=3 P2=5 P3=6 F1000

Erläuterung:

N10-N15 : Die Punkte werden definiert

N90 : Werkzeug im Eilgang auf die durch P1 definierte Position fahren
N91 : Werkzeug mit programmiertem Vorschub auf P3,
dann auf P5 und zum Schluß auf P6 fahren

BEISPIEL 2. Verwendung von Polarkoordinaten




```
:
N10 G78 P1 B2= -161.565 L2= 63.245
N11 G78 P2 B2=  116.563 L2= 65
N12 G78 P3 B2=  116.563 L2= 67.082
N13 G78 P4 B2=   66.801 L2= 72
N14 G78 P5 B2=   66.801 L2= 76.158
N15 G78 P6 B2= - 18.435 L2= 94.868
:
N90 G0 P1=1
N91 G1 P1=3 P2=5 P3=6 F1000
```

Erläuterung:

N10-N15 : Die Punkte werden definiert

N90 : Werkzeug in Eilgang auf die durch P1 definierte Position fahren
N91 : Werkzeug mit programmiertem Vorschub auf P3, dann auf P5 und zum Schluß auf P6 fahren

44. Zyklusaufruf G79

Zweck

Aufrufen von Festzyklen, zum Ausführen von Bohrarbeiten (G81, G83 bis G86) oder Fräsarbeiten (G87 bis G89) an programmierten Positionen.

Format

N... G79 [Achsenkoordinaten] {B1=...}

Zugehörige Funktionen

G77, G81, G83...G89
Wortweise Absolut-/Inkremental-Programmierung (X90=.., X91=..)

Parameter

X,Y,Z Punktkoordinate
A,B,C Punktwinkel
B1= Winkel
L1= Streckenlänge
B2= Polarwinkel
L2= Polarlänge
P Punktedefinitionsnummer (P1-P4)
P1=,P2=,P3=,P4= Punktedefinitionsnummer

Wortweise Absolut-/Inkremental-Programmierung
X90=,Y90=,Z90=,A90=,B90=,C90= Punkt absolut
X91=,Y91=,Z91= Punkt inkremental
A91=,B91=,C91= Punktwinkel inkremental

Modale Parameter
F, S, T, M, H, E...=
T1=, T2=

Art der Funktion

Nicht modal

Hinweise und Verwendung

AUSFÜHRUNG DER DEFINIERTEN FESTZYKLEN

Die Positionen an denen ein vordefinierter Festzyklus ausgeführt werden soll, werden in den auf die Festzyklusdefinition folgenden G79-Sätzen programmiert.

Ein Festzyklus für Bohrarbeiten (G81, G83...G86) wird ausgeführt in der Werkzeugachse, der senkrecht zu der mit der jeweiligen G-Funktion für die Ebenenauswahl (G17, G18, G19) definierten Hauptebene angeordnet ist.

Ein fester Fräszyklus wird in der mit der jeweiligen G-Funktion für die Ebenenauswahl (G17, G18, G19) definierten Hauptebene ausgeführt.

Der erste auf einen definierten Festzyklus folgende G79-Satz muß eine Werkzeugachsenkoordinate enthalten.

Die Richtung der Bohrarbeiten wird im Satz mit dem Festzyklus durch das Vorzeichen des Z-Wortes programmiert, mit dem die Gesamttiefe angegeben wird.

POSITIONIERLOGIK

Mit der Positionierlogik der CNC läßt sich die Möglichkeit einer Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück verringern. Für Einzelheiten über die Positionierlogik siehe die Beschreibung der Funktion G0.

Der Programmierer sollte darauf achten, daß das Werkzeug nicht mit irgendeiner Werkstückspannvorrichtung kollidieren kann.

SPINDELDREHUNG

Wenn beim Aufruf eines G79-Satzes die Spindel nicht dreht, so wird eine Fehlermeldung ausgelöst und die Programmausführung gestoppt.

RADIUSKORREKTUR

Beim Aufruf eines G79-Satzes muß die Radiuskorrektur ausgesetzt werden (G40 muß aktiv sein).

Soll nach einem G79-Satz die Radiuskorrektur wieder wirksam sein, ist die zutreffende G-Funktion aus der Reihe G40...G44 zu programmieren.

GEDREHTE TASCHE BZW. NUTE (B1=)

Eine vordefinierte Tasche oder Nute (G87 bzw. G88) kann um einen Winkel gedreht werden. Die Drehmitte ist der Punkt, der im G79-Satz zum Programmieren der Taschen- bzw. Nutenlage verwendet wird.

Der Winkel wird mit dem Wort B1= in Grad und Bruchteilen von Grad programmiert, und liegt im Bereich - 360 bis 360.

Der Winkel wird in Bezug auf die X-Achse (G17 und G18) oder der -Z-Achse (G19) gemessen.

Ist B1=0 programmiert oder ist B1= überhaupt nicht programmiert, so wird die Tasche bzw. Nute achsparallel gefräst.

Hinweis: *Das Wort B1= hat in einem G79-Satz zwei Bedeutungen. Es stellt entweder den Winkel für das Drehen einer Tasche bzw. Nute dar, oder es dient dazu, die Koordinaten (B1=, L1= oder X/Y, B1=) für die Lage der Taschenmitte zu programmieren.*

FUNKTIONEN G0, G1, G2, G3 und G6

Die Funktionen G0, G1, G2, G3, und G6 werden durch einen G79-Satz ignoriert. Nach Ausführung des G79-Satzes ist die betreffende Funktion wieder wirksam.

WERKZEUG WEIST IN DER POSITIVEN RICHTUNG (G66/G67)

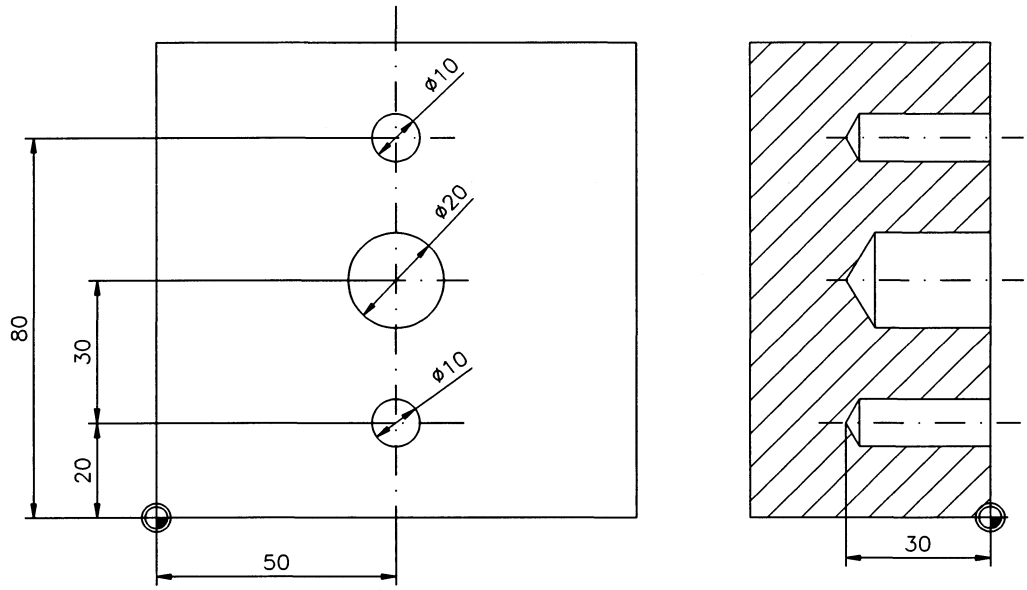
Wenn das Werkzeug in der positiven Richtung der Werkzeugachse weist (G67 wirksam), so muß die Tiefe für den Festzyklus mit einem positiven Vorzeichen (+) programmiert werden, um anzugeben, daß der Zyklus in der positiven Richtung der Werkzeugachse ausgeführt werden muß.

Bei Fräszyklen wird die Drehrichtung auf den Kreisbögen automatisch gewechselt.

Die mit dem J-Wort programmierte Bearbeitungsrichtung wird nicht automatisch gewechselt.

Beispiel

BEISPIEL 1 Drei Löcher sollen gebohrt werden

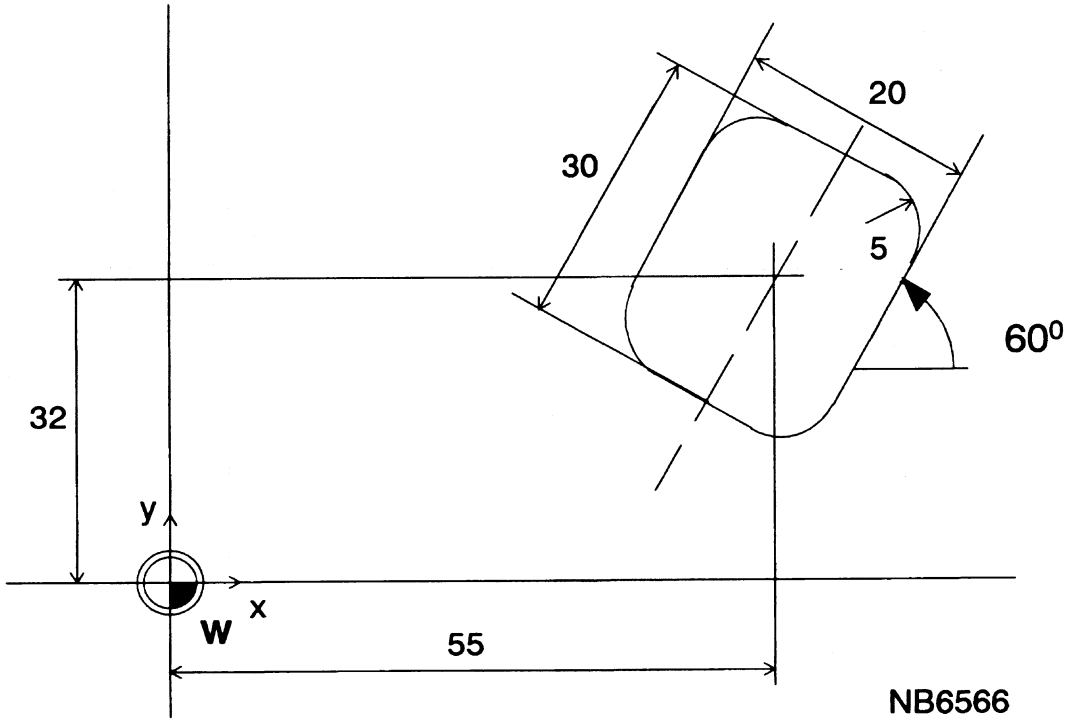



```
N50 G78 P1 X50 Y20 Z0
N55 G78 P2 X50 Y80 Z0
N60 T1 M6
N65 G81 Y1 Z-30 F100 S1000 M3
N70 G79 P1=1 P2=2
N75 T2 M6
N80 G79 X50 Y50 Z0
N90 M30
```

Erläuterung:

N50 : Punkt 1 definieren
N55 : Punkt 2 definieren
N60 : Werkzeug 1 einwechseln (Bohrerdurchmesser 10 mm)
N65 : Bohrzyklus definieren und Spindel einschalten
N70 : Löcher an den Punkten 1 und 2 bohren
N75 : Werkzeug 2 einwechseln (Bohrerdurchmesser 20 mm)
N80 : Loch bohren
N90 : Programmende

BEISPIEL 2 Gedrehte Tasche




```
:
N55 G17
N60 T1 M6
N65 G87 X30 Y20 Z-5 B1 R5 F100 S1000 M3
N70 G79 X55 Y32 Z0 B1=60
:
```

Erläuterung:

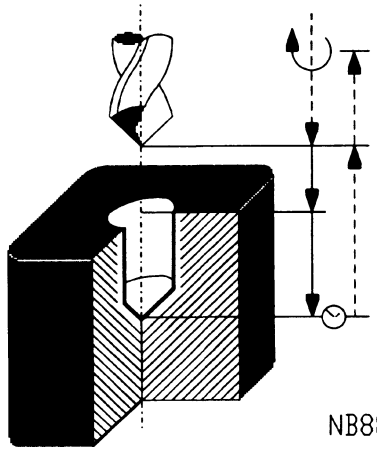
N55 : Hauptebene für die Tasche definieren
N60 : Werkzeug 1 einwechseln (Fräserradius 4,5 mm)
N65 : Tasche definieren als verlaufen die Seiten parallel zu den X- und Y-Achsen
N70 : Tasche wird gefräst. Dieser Satz enthält die Taschenmitte (X55, Y32, Z0)und den Winkel (60°) der die Taschenachse mit der X-Achse bildet.

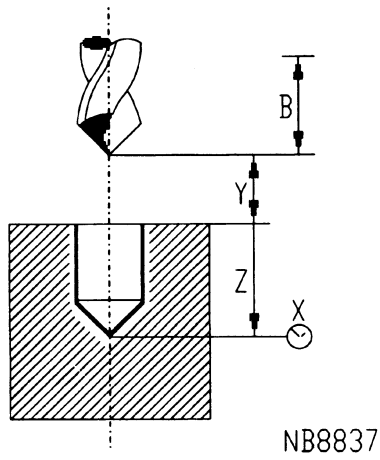
45. Bohrzyklus G81

Zweck

Einen Bohrzyklus in einem einzigen Programmsatz definieren.

Format





..... *Eilgangbewegung*
——— *Vorschubbewegung*

N... G81 Z... {Y...} {X...} {B...}

Zugehörige Funktionen

G77, G79, G83...G89

Parameter

Y Sicherheitsabstand
Z Bohrtiefe
X Verweilzeit (s)
B Erhöhter Rückzugsabstand

Modale Parameter
F, S, T, M, H, E...=
T1=, T2=

Art der Funktion

modal

Hinweise und Verwendung

BEARBEITUNGSTIEFE (Z)

Letzte Bearbeitungstiefe, von der Oberfläche aus gemessen.
Das Vorzeichen des Z-Wortes gibt die Richtung der Bewegung auf Tiefe in der Werkzeugachse an:

"-" in negativer Richtung, meist in die Bohrung hinein
"+" in positiver Richtung.

RÜCKZUGSABSTAND (B)

Der Rückzugsabstand wird zum Sicherheitsabstand (Y-Wort) hinzuaddiert. Dieser zusätzliche Abstand kann einen positiven oder negativen Wert darstellen.

Ist kein B-Wort programmiert worden, so erfolgt die Rückzugsbewegung auf einen Punkt, der um den Sicherheitsabstand über der Oberfläche liegt.

VERWEILZEIT AM GRUND DER BOHRUNG (X)

Nötigenfalls kann eine Verweilzeit am Grund der Bohrung in Schritten von 0,1 s programmiert werden.

Minimal programmierbare Verweilzeit : 0,1 s
Maximal programmierbare Verweilzeit : 900 s

Ist kein X-Wort programmiert worden, so wird keine Verweilzeit eingelegt.

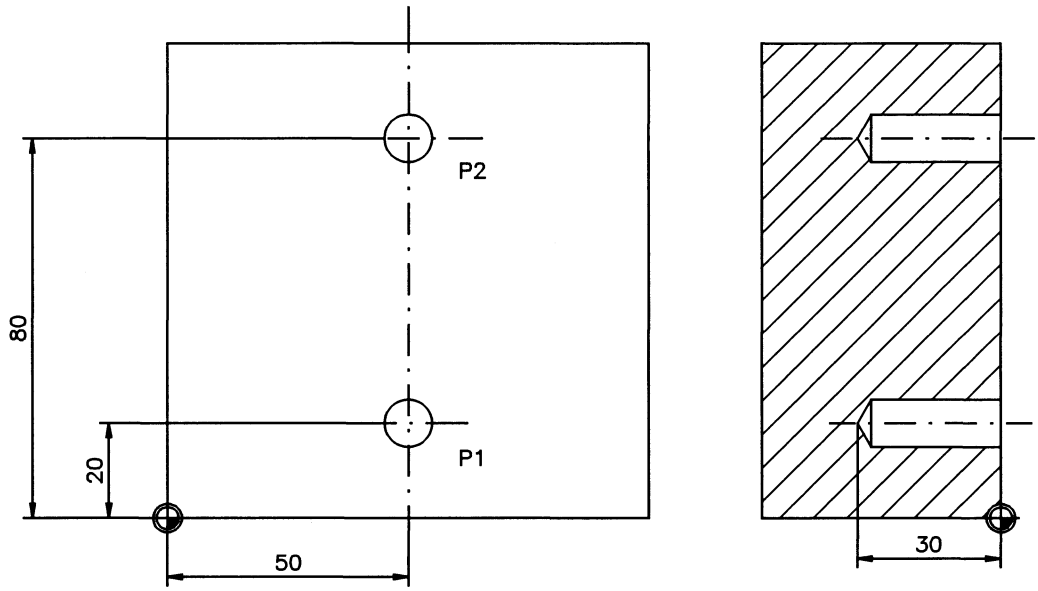
AUSFÜHRUNG

Ein definierter Festzyklus wird an den im G77- oder G79-Satz programmierten Positionen ausgeführt.
Die Ausführung erfolgt in der mit der Funktion für die Ebenenauswahl (G17, G18 oder G19) angegebenen Werkzeugachse.
Festzyklen sollten immer bei G40-Betrieb programmiert werden.

LÖSCHEN

Die Zyklusdaten werden beim Definieren eines neuen Zyklus, Softkey Programm abbrechen, M30 oder durch Softkey CNC rücksetzen gelöscht.

Beispiel




```
N50 G78 P1 X50 Y20 Z0
N55 G78 P2 X50 Y80 Z0
N60 G0 Z10 T1 M6
N65 G81 X1.5 Y1 Z-30 F100 S500 M3
N70 G79 P1 P2
```

Erläuterung

N50 : Punkt 1 definieren
N55 : Punkt 2 definieren
N60 : Werkzeug 1 einwechseln und von der Werkzeugwechselposition aus starten
N65 : Festen Bohrzyklus definieren und Spindel einschalten
N70 : Festzyklus an Punkt 1 und danach an Punkt 2 ausführen

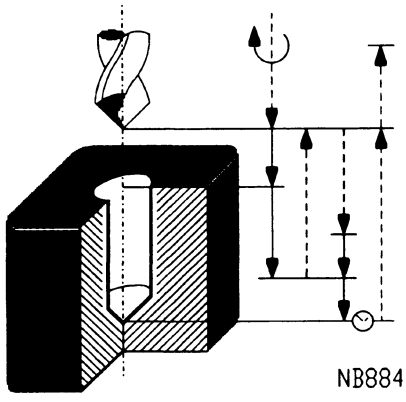
Festzyklusablauf:
- Bohrer fährt im Eilgang auf einen Punkt, der um den Sicherheitsabstand (Y-Wort von G81) über der Oberfläche liegt
- Zustellung des Bohrers auf Tiefe (Z-Wort von G81) mit programmiertem Vorschub
- Verweilzeit von 1,5 s
- Rückzug des Bohrers im Eilgang auf einen Punkt, der um den Sicherheitsabstand über der Oberfläche liegt

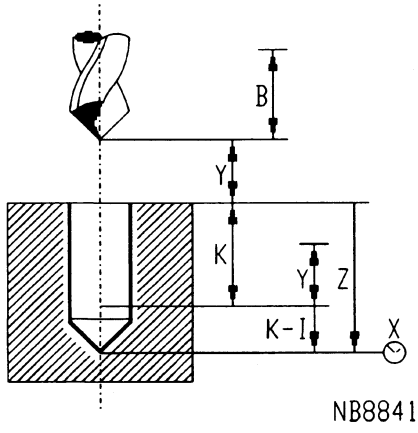
46. Tieflochbohrzyklus G83

Zweck

Einen Tieflochbohrzyklus in einem Programmsatz programmieren.

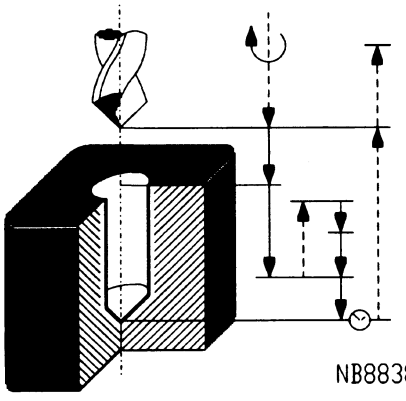
Format

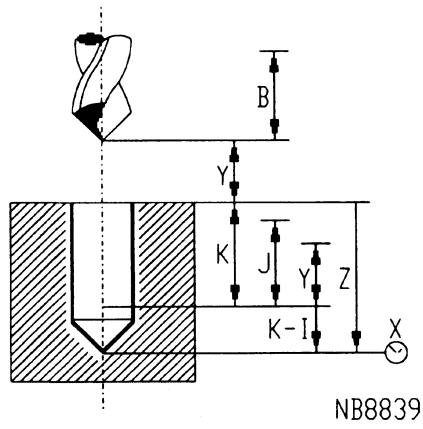




Werkzeugbewegungen, wenn J0 wirksam ist (Werkzeug wird auf Sicherheitsabstand Y zurückgezogen).

N... G83 Z... {Y...} {K...} J0 {I...} {X...} {B...}





Werkzeugbewegungen, wenn J>0 (Werkzeug verbleibt zwischen den Bearbeitungsschritten im Werkstück).

N... G83 Z... {Y...} {K...} {I...} {J...} {X...} {B...} {K1=}

Parameter

Y Sicherheitsabstand
Z Gesamte Bohrtiefe
X Verweilzeit (s)
B Erhöhter Rückzugsabstand
I Reduzierwert der Bohrtiefe
J Rückzugsabstand nach Bohrschritt
K Bohrtiefe für ersten Bohrschritt
K1= Anzahl Zustellungen bis Ausspanen
Modale Parameter
F, S, T, M, H, E...=
T1=, T2=

Art der Funktion

Modal

Hinweise und Verwendung

AUSFÜHRUNG

Ein definierter Bearbeitungszyklus wird mit der G77-Funktion oder der G79-Funktion ausgeführt. Die Ausführung erfolgt in der für die Ebenenauswahl (G17, G18 oder G19) festgelegten Werkzeugachse.
Festzyklen sollten immer bei G40-Betrieb programmiert werden.

GESAMTTIEFE DER BOHRUNG (Z)

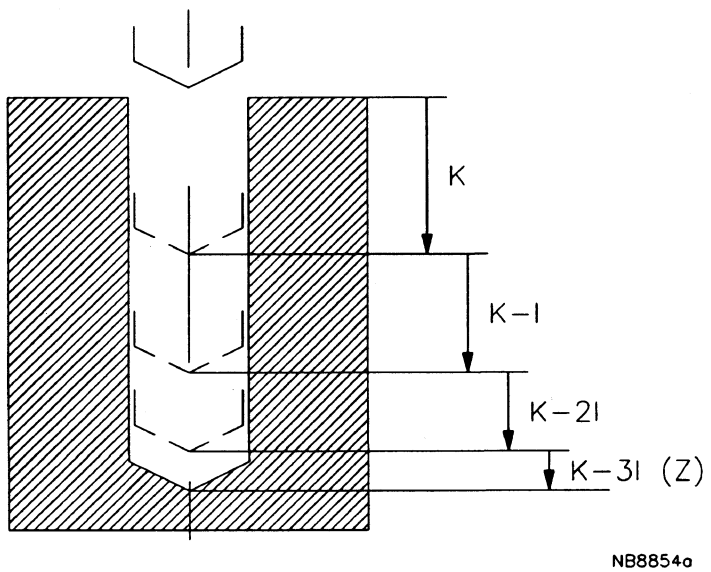
Bohrtiefe, in bezug zur Werkstückoberfläche.
Das Vorzeichen des Z-Wortes bestimmt die Werkzeugrichtung.

BOHRTIEFE FÜR ERSTEN BOHRSCHRITT (K)

Im allgemeinen werden die Tieflochbohrarbeiten in mehreren Schritten ausgeführt. Die Zustelltiefe des ersten Bohrschrittes wird mit der K-Adresse programmiert.
Ist der K-Wert größer als die Gesamttiefe Z, so wird der Z-Wert verwendet. Die Bohrung wird somit in einem Schritt gebohrt.

Das K-Wort ist vorzeichenlos.

REDUZIERWERT DER BOHRTIEFE (I)



Wird die errechnete Zustelltiefe kleiner als der I-Wert, so wird der I-Wert verwendet. Die letzte Zustelltiefe kann kleiner sein als der I-Wert.

Das I-Wort ist vorzeichenlos.

Wenn I0 programmiert worden ist, so sind alle Zustelltiefen (möglicherweise mit Ausnahme der letzten Zustelltiefe) der Tiefe der ersten Zustellung gleich.

ERHÖHTER RÜCKZUGSABSTAND (B)

Der erhöhte Rückzugsabstand B wird zum Sicherheitsabstand (Y-Adresse) hinzuaddiert, was z.B. die Möglichkeit bietet, Hindernisse zu umgehen. Dieser zusätzliche Abstand wird normalerweise ein positiver Wert sein, er kann jedoch auch als negativer Wert eingegeben werden.
Ist keine B-Adresse programmiert worden, erfolgt die Rückzugsbewegung auf den Sicherheitsabstand.

RÜCKZUGSABSTAND NACH BOHRSCHRITT (J)

Mit der J-Adresse wird angegeben, wie das Werkzeug nach jedem Bohrschritt zurückgezogen werden soll.

J0 : Das Werkzeug wird nach jedem Bohrschritt auf den Sicherheitsabstand zurückgezogen. (Einschaltstellung).

J>0: Das Werkzeug wird nach jedem Bohrschritt über den programmierbaren Rückzugsabstand zurückgezogen. Das Werkzeug bleibt dabei in der Bohrung, während die Späne gebrochen werden.

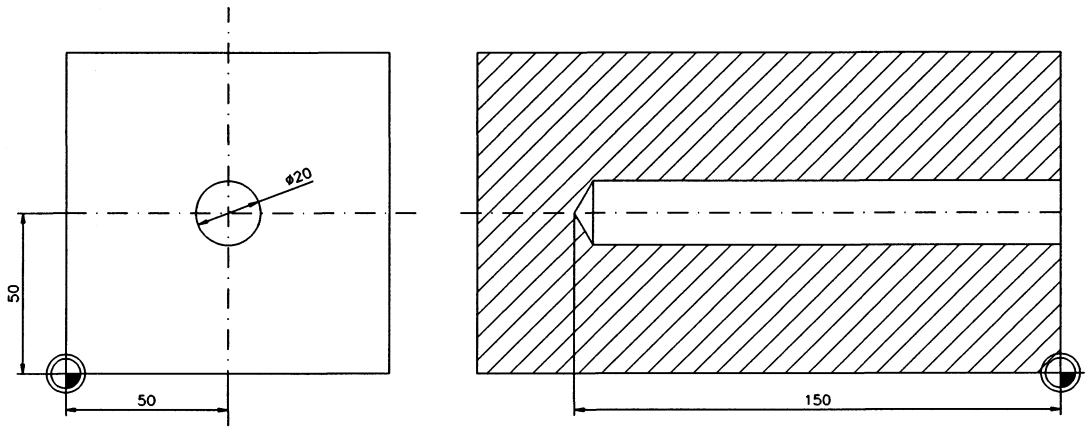
Das J-Wort ist vorzeichenlos.

ANZAHL DER ZUSTELLUNGEN BIS ZUM AUSSPANEN (K1=)

Nach einer programmierten Anzahl von Vorschubbewegungen (z.B. K1=2, 3, 4 usw.) erfolgt ein Rückzug des Werkzeuges auf Sicherheitsabstand (Y-Adresse), zwecks Ausspanen.
Die K1-Adresse wirkt nur, wenn J>0 programmiert ist.

Beispiele

Beispiel 1:

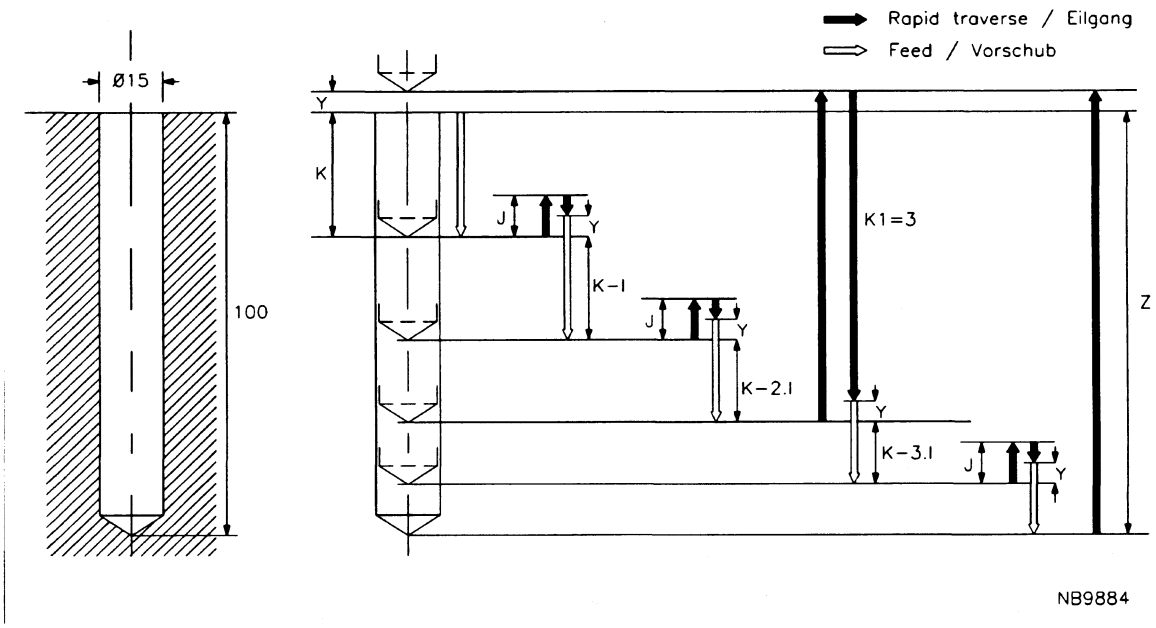


:
N5 T1 M6
N10 G83 Y4 Z-150 I2 J6 K20 F200 S500 M3
N20 G79 X50 Y50 Z0

Erläuterung:
N5 : Werkzeug 1 anwählen
N10 : Tieflochbohrzyklus definieren
N20 : Tieflochbohrzyklus aufrufen

Beispiel 2:

Es soll eine Bohrung (d=15, 100 tief) gebohrt werden. Nach der 3. Zustellung soll der Bohrer zum Ausspanen zurückgezogen werden.



:
N.. G83 Y3 Z-100 I5 J6 K30 K1=3

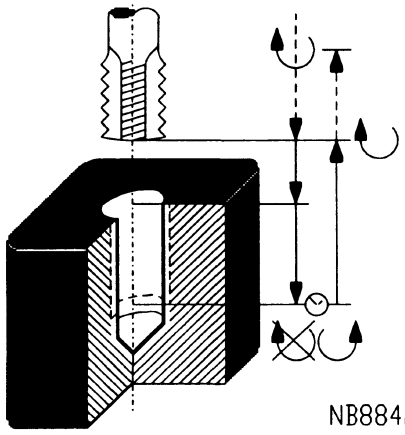
G83 Tieflochbohrzyklus
Y3 Sicherheitsabstand 3 mm
Z-100 Tiefe der Bohrung 100 mm
I5 Reduzierwert der Bohrtiefe 5 mm
K30 Bohrtiefe für ersten Bohrschritt 30 mm. K-Wert wird bei jedem Bohrschritt um den I-Wert reduziert
K1=3 Nach jeder 3. Zustellbewegung soll der Bohrer zum Ausspanen auf den Sicherheitsabstand (Y) außerhalb der Bohrung fahren.

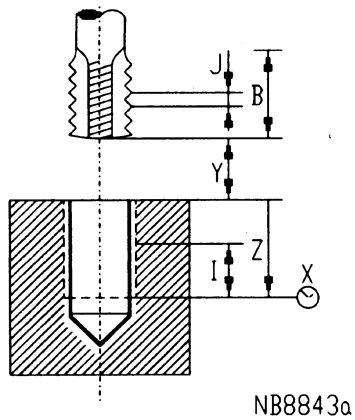
47. Gewindebohrzyklus G84

Zweck

Einen Gewindebohrzyklus in einem einzigen Programmsatz definieren.

Format





N... G84 Z... {Y...} {B...} {I...} {J...} {X...}

Zugehörige Funktionen

G77, G79, G81, G83, G85...G89

Parameter

Y Sicherheitsabstand
Z Gewindetiefe
X Verweilzeit (s)
B Erhöhter Rückzugsabstand
I Einfahrrampe in Umdrehungen
J Gewindesteigung

Modale Parameter
F, S, T, M, H, E...=
T1=, T2=,

Art der Funktion

modal

Hinweise und Verwendung

GEWINDETIEFE (Z)

Gewindetiefe, von der Oberfläche aus gemessen.
Das Vorzeichen des Z-Wortes bestimmt die Werkzeugrichtung:

PENDELNDER GEWINDEBOHRERHALTER

Bei Verwendung eines pendelnden Gewindebohrerhalters sollte der Sicherheitsabstand (Y) genügend groß sein um sicherzustellen, daß das Werkstück nicht vom Werkzeug berührt wird wenn es vollständig zurückgezogen und die Gewindebohrerhalterfeder entspannt ist.

ERHÖHTER RÜCKZUGSABSTAND (B)

Der erhöhte Rückzugsabstand wird zum Sicherheitsabstand (Y-Wort) hinzuaddiert, was z.B. die Möglichkeit bietet, Hindernisse zu umgehen. Dieser zusätzliche Abstand wird normalerweise ein positiver Wert sein, er kann jedoch auch als negativer Wert eingegeben werden.
Ist kein B-Wort programmiert worden, erfolgt die Rückzugsbewegung auf den Sicherheitsabstand.

STARRES GEWINDEBOHREN

Starres Gewindebohren, d.h. Gewindebohren ohne pendelnden Gewindebohrerhalter, ist möglich wenn die Spindel einer Werkzeugmaschine mit einem Meßwertgeber ausgestattet wird.

Um die Drift der Spindel zu beseitigen, muß vor Anfang des Gewindebohrens ein orientierter Spindel-Halt (M19) programmiert werden. An bestimmten Werkzeugmaschinen wird beim Werkzeugwechsel (M6) automatisch ein orientierter Spindel-Halt vorgenommen. Für Einzelheiten siehe die betreffende Dokumentation des Maschinenbauers.

EINFAHRRAMPE (I)

Um ein Ausreißen des Gewindes und das Überfahren der Gewindetiefe beim Gewindebohren zu vermeiden, ist ein geführtes Abbremsen des Vorschubes und der Drehzahl notwendig.
Mit der I-Adresse wird die Anzahl der Umdrehungen vor Erreichen der Tiefe programmiert.
Wird das I-Wort nicht programmiert, so wirkt die in einer Maschinenkonstante (MC723) abgelegte Einfahrrampengröße. (Einfahrrampe bei G84 in mm).

GEWINDESTEIGUNG (J)

Die Gewindesteigung kann folgendermaßen programmiert werden:
- mit dem J-Wort
- Sie läßt sich aber auch mit der nachfolgenden Formel ermitteln:

F(Vorschub) = Gewindesteigung (J) * Spindeldrehzahl (S)

VERWEILZEIT AM GRUND DER BOHRUNG (X)

Nötigenfalls kann eine Verweilzeit am Grund der Bohrung in Schritten von 0,1 s programmiert werden.

Minimal programmierbare Verweilzeit : 0,1 s
Maximal programmierbare Verweilzeit : 900 s

Ist kein X-Wort programmiert worden, so wird keine Verweilzeit eingelegt.

AUSFÜHRUNG

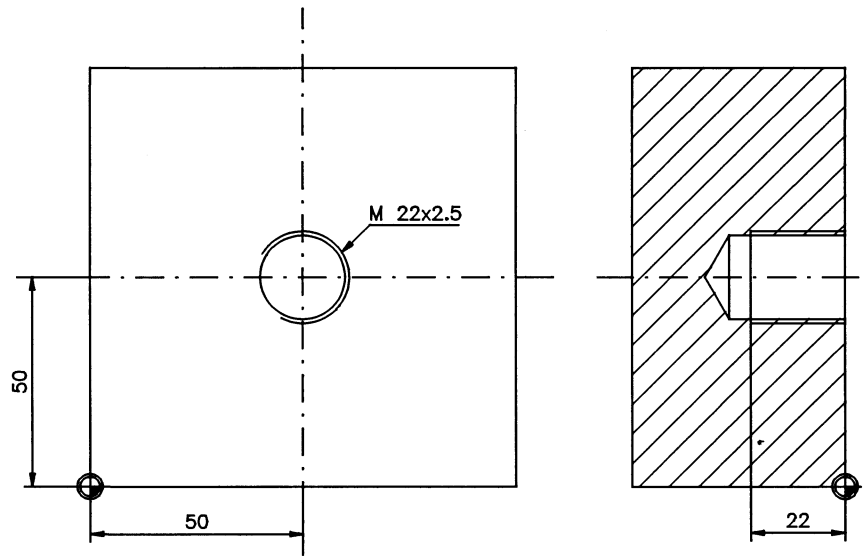
Ein definierter Bearbeitungszyklus wird mit der G77- oder G79-Funktion ausgeführt.
Die Ausführung erfolgt in der für die Ebenenauswahl (G17, G18 oder G19) festgelegten Werkzeugachse.
Festzyklen sollten immer bei G40-Betrieb programmiert werden.

LÖSCHEN

Die Zyklusdaten werden beim Definieren eines neuen Zykluses, Softkey Programm abbrechen, M30 oder durch Softkey CNC RÜCKSETZEN gelöscht.

Bemerkung: Beim Aufruf eines G84-Zyklus über G79 muß die CNC auf G94-Betrieb (Vorschub in mm/min) eingestellt sein und nicht auf G95-Betrieb (Vorschub in mm/Umdr). G94 ist immer vor G84 zu programmieren.

Beispiel



N14 T3 M6
N15 G84 Y9 Z-22 J2.5 S56 M3 F140
N20 G79 X50 Y50 Z0

Erläuterung:

N14 : Werkzeug 3 einwechseln
N15 : Festzyklus für Gewindebohren definieren und Spindel einschalten
N20 : Gewindebohrzyklus an der programmierten Position ausführen.
Es kommt ein pendelnder Gewindebohrerhalter zur Anwendung

Ablauf Gewindebohrzyklus:

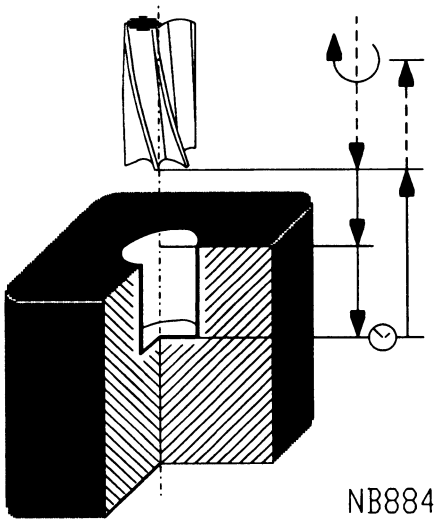
- der Gewindebohrer fährt im Eilgang auf den Sicherheitsabstand (Y-Adresse), Spindeldrehrichtung im Uhrzeigersinn (M3).
- Zustellbewegung des Werkzeugs auf Gewindetiefe mit programmiertem Vorschub (Vorschubgeschwindigkeit ist abhängig von Gewindesteigung und Spindeldrehzahl).
- Umkehr der Drehrichtung nach Erreichen der Gewindetiefe und Bewegung aus der Bohrung zum Sicherheitsabstand.

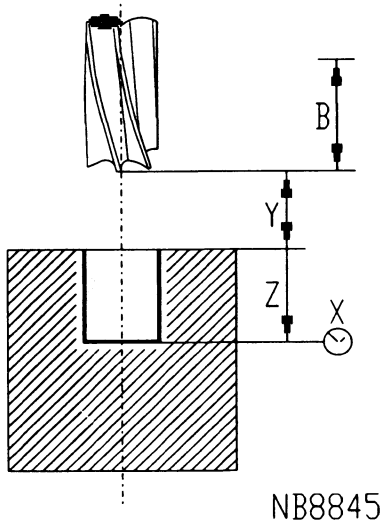
48. Reibzyklus G85

Zweck

Definieren eines Reibzyklus in einem Programmsatz.

Format





N... G85 Z... {Y...} {B...} {X...} {F3=..}

Zugehörige Funktionen

G77, G79, G81, G83, G84, G86-G89

Parameter

Y Sicherheitsabstand
Z Reibtiefe
X Verweilzeit (s)
B Erhöhter Rückzugsabstand
F2= Rückzugsvorschub

Modale Parameter
F, S, T, M, H, E...=
T1=, T2=

Art der Funktion

modal

Hinweise und Verwendung

REIBTIEFE (Z)

Reibtiefe, in bezug zur Werkstückoberfläche.
Das Vorzeichen des Z-Wortes bestimmt die Werkzeugrichtung:
"-" in negativer Richtung, meist in die Bohrung hinein
"+" in positiver Richtung.

ERHÖHTER RÜCKZUGSABSTAND (B)

Der erhöhter Rückzugsabstand wird zum Sicherheitsabstand (Y-Wort) hinzugezählt, was z.B. die Möglichkeit bietet, Hindernisse zu umgehen. Dieser zusätzliche Abstand wird normalerweise ein positiver Wert sein, er kann jedoch auch als negativer Wert eingegeben werden.

Ist keine B-Adresse programmiert worden, erfolgt die Rückzugsbewegung auf den Sicherheitsabstand.

RÜCKZUGSVORSCHUB (F2=)

Rückzugsvorschub F2= ist der Vorschub, mit dem das Werkzeug von der Reibtiefe zur Startposition zurückgezogen wird. Mit F2= läßt sich der Rückzug des Werkzeugs beschleunigen. Folglich wird die Ausführungszeit des Zyklus verkürzt. Wird F2= nicht definiert, so erfolgt der Rückzug zur Startposition mit dem programmierten Vorschub F.

VERWEILZEIT AM GRUND DER BOHRUNG (X)

Bei Bedarf kann eine Verweilzeit am Grund der Bohrung in Schritten von 0,1 s programmiert werden.
Minimal programmierbare Verweilzeit : 0,1 s
Maximal programmierbare Verweilzeit : 900 s

Falls kein X-Wort programmiert worden ist, wird keine Verweilzeit berücksichtigt.

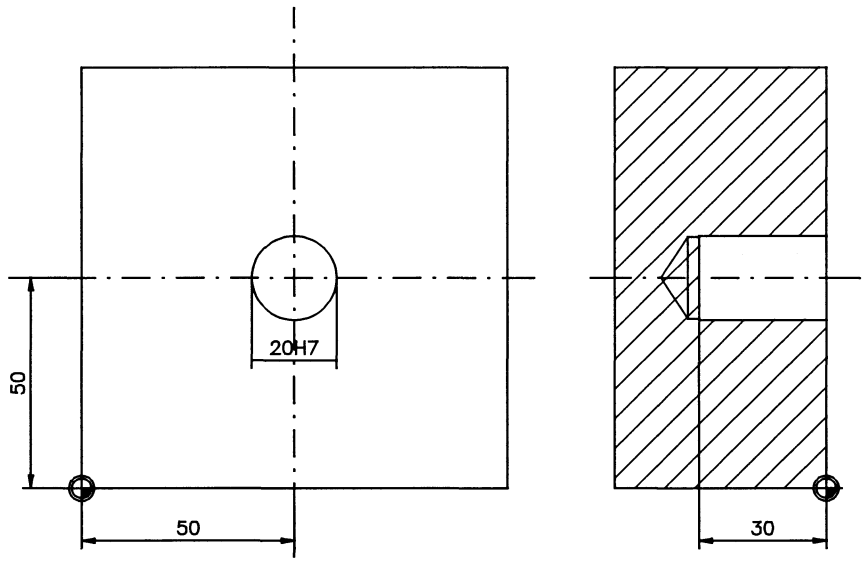
AUSFÜHRUNG

Ein definierter Bearbeitungszyklus wird mit der G77- oder G79-Funktion ausgeführt.
Die Ausführung erfolgt in der für die Ebenenauswahl (G17, G18 oder G19) festgelegten Werkzeugachse.
Festzyklen sollten immer bei G40-Betrieb programmiert werden.

LÖSCHEN

Die Zyklusdaten werden beim Definieren eines neuen Zykluses, Softkey Programm abbrechen, M30 oder durch Softkey CNC-Rücksetzen gelöscht.

Beispiel



N25 Z10 T4 M6
N30 G85 X2 Y3 Z-20 F100 S1000 M3
N35 G79 X50 Y50 Z0

Erläuterung:
N25 : Werkzeug 4, eine Reibahle, einwechseln
N30 : Reibzyklus definieren und Spindel einschalten
N35 : Reibzyklus an der programmierten Position ausführen

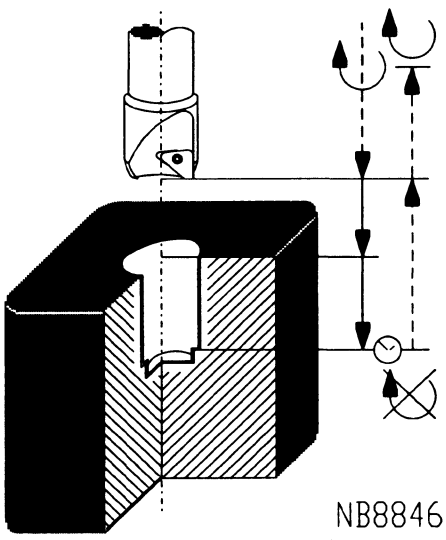
Zyklusablauf:
- Reibahle fährt im Eilgang auf den Sicherheitsabstand (Y3)
- Zustellbewegung der Reibahle auf Tiefe (Z-20) mit Vorschub (F50)
- Nach Erreichen der Bohrtiefe:Verweilzeit 2 Sekunden (X2)
- Rückzugsbewegung der Reibahle mit höherem Vorschub (F2=200) auf Sicherheitsabstand (Y3)

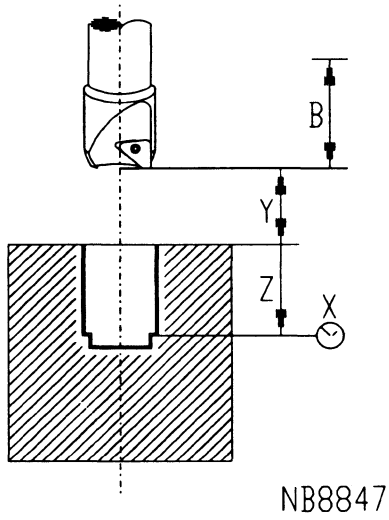
49. Ausdrehzyklus G86

Zweck

Einen Ausdrehzyklus in einem einzigen Programmsatz definieren.

Format





N... G86 Z... {Y...} {X...} {B...}

Zugehörige Funktionen

G77, G79, G81, G83-G85, G87...G89

Parameter

Y Sicherheitsabstand
Z Ausdrehtiefe
X Verweilzeit (s)
B Erhöhter Rückzugsabstand

Modale Parameter
F, S, T, M, H, E...=
T1=, T2=

Art der Funktion

modal

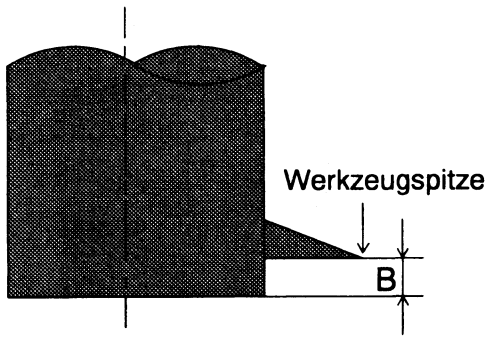
Hinweise und Verwendung

AUSDREHTIEFE (Z)

Ausdrehtiefe, in bezug zur Werkstückoberfläche.
Das Vorzeichen des Z-Wortes bestimmt die Werkzeugrichtung:
"-" in der negativen Richtung, meist in die Bohrung hinein
"+" in der positiven Richtung.

ERHÖHTER RÜCKZUGSABSTAND (B)

Der erhöhter Rückzugsabstand wird zum Sicherheitsabstand (Y-Wort) hinzuaddiert. Er kann als Ausgleichsbetrag dienen für eine Bohrstange, deren Spitze sich nicht ganz unten am Werkzeug befindet.



NB8551

Wenn dieser zusätzliche Betrag nicht berücksichtigt wird, so könnte sich das Ausdrehwerkzeug noch im Werkstück befinden, obwohl die Werkzeugspitze bereits auf Sicherheitsabstand ist.

Ist kein B-Wort programmiert worden, erfolgt die Rückzugsbewegung auf den Sicherheitsabstand.

VERWEILZEIT AM GRUND DER BOHRUNG (X)

Falls notwendig kann eine Verweilzeit am Grund der Bohrung in Schritten von 0,1 s programmiert werden.

Minimal programmierbare Verweilzeit : 0,1 s
Maximal programmierbare Verweilzeit : 900 s

Ist kein X-Wort programmiert worden, so wird keine Verweilzeit eingelegt.

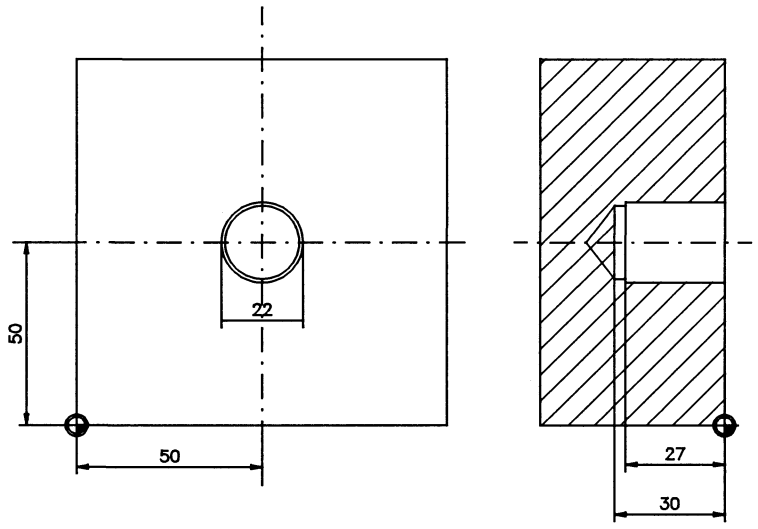
AUSFÜHRUNG

Ein definierter Bearbeitungszyklus wird mit entweder der G77- oder der G79-Funktion ausgeführt.
Die Ausführung erfolgt in der für die Ebenenauswahl (G17, G18 oder G19) festgelegten Werkzeugachse.
Festzyklen sollten immer bei G40-Betrieb programmiert werden.

LÖSCHEN

Die Zyklusdaten werden beim Definieren eines neuen Zykluses, Softkey Programm abbrechen, M30 oder durch Softkey CNC-Rücksetzen gelöscht.

Beispiel




```
N45 T5 M6
N50 G86 X1 Y9 Z-27 B10 F100 S500 M3
N55 G79 X50 Y50 Z0
```

Erläuterung:

N45 : Werkzeug 5 anwählen
N50 : Ausdrehzyklus definieren und Spindel einschalten
N55 : Festzyklus an der programmierten Position ausführen

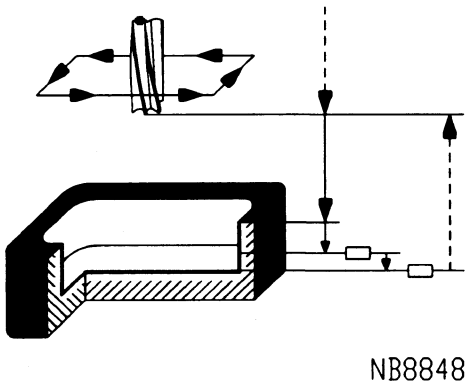
Festzyklusablauf:
- Die Werkzeugspitze fährt im Eilgang auf den Sicherheitsabstand (Y-Wort)
- Zustellung des Werkzeuges auf Tiefe (Z-Wort), mit programmiertem Vorschub
- Ausschalten der Spindel auf Tiefe
- Verweilzeit von 1 s
- Rückzug des Werkzeugs im Eilgang auf den Sicherheitsabstand (Y-Wort). Die Werkzeugspitze befindet sich außerhalb der Bohrung
- Erneutes Einschalten der Spindel
- Rückzug der Werkzeugspitze auf den erhöhten Rückzugsabstand (B-Wort).

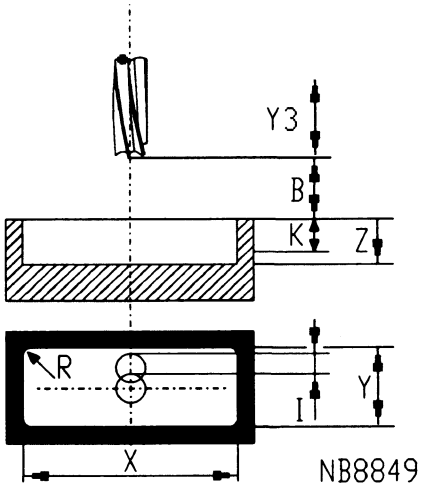
50. Rechteck-Taschenfräszyklus G87

Zweck

Rechtecktaschenfräszyklus in einem Programmsatz programmieren.

Format





N... G87 X... Y... Z... {B...} {R...} {J...} {I...} {K...} {Y3=..} {F2=..}

Zugehörige Funktionen

G77, G79, G81, G83-G86, G88, G89

Parameter

Taschengeometrie
X Abmessung parallel zu X
Y Abmessung parallel zu Y
Z Gesamte Taschentiefe
R Eckenradius
F2= Eintauchvorschub (Satzweise)

Bearbeitungsparameter
B Sicherheitsabstand
I Schnittbreite des Fräsers in %
J J1:Gleichlauf / J-1:Gegenlauf
K Zustelltiefe
Y3= Erhöhter Rückzugsabstand

Modale Parameter
F, S, T, M, H, E...=
T1=, T2=

Art der Funktion

modal

Hinweise und Verwendung

GESAMTE TASCHENTIEFE (Z)

Gesamte Taschentiefe, in bezug zur Werkstückoberfläche.
Das Vorzeichen des Z-Wortes bestimmt die Werkzeugrichtung:
"-" in negativer Richtung, meist in die Bohrung hinein
"+" in positiver Richtung.

TASCHENDEFINITION FÜR JEWEILIGE BEARBEITUNGSEBENE

Die nachstehende Tabelle zeigt, welche Adressen verwendet werden,um die Tasche in jeder der drei Hauptebenen (G17, G18, G19) zu definieren.

	XY-EBENE	XZ-EBENE	YZ-EBENE
X-Wort parallel zur	X-Achse	X-Achse	Z-Achse
Y-Wort parallel zur	Y-Achse	Z-Achse	Y-Achse
Z-Wort (Werkzeugachse)	Z-Achse	Y-Achse	X-Achse

Die Werte für die X- und Y-Adresse werden ohne Vorzeichen programmiert.

EINTAUCHVORSCHUB (F2=)

Der programmierbare Eintauchvorschub (F2=) ist der Vorschub, mit dem in der Werkzeugachse die Tiefe für jeden Durchgang angefahren wird. Falls in einem Zyklus kein Eintauchvorschub F2= definiert wurde, wird für die Zustellung auf Tiefe (K-Wort) der halbe programmierte Vorschub F/2 verwendet.

SCHNITTBREITE DES FRÄSERS IN PROZENT (I)

Der Wert der I-Adresse gibt den Prozentsatz des Werkzeugdurchmessers an, der bei jedem Durchgang als Schnittbreite zu verwenden ist.

Beispiel: I75 gibt an, daß die Schnittbreite gleich 75 % des Werkzeugdurchmessers ist.

Falls kein I-Adresse programmiert ist, wird der Wert aus einer Maschinenkonstante (MC720) verwendet.

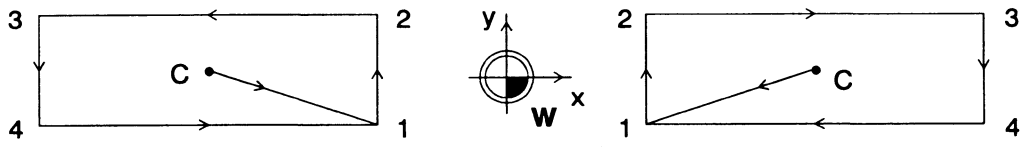
ZUSTELLTIEFE (K)

Wenn die Tasche nicht in einem Durchgang auf die gewünschte Tiefe ausgeräumt werden kann, so wird die Tiefe erst nach mehreren Zustellungen (K-Adresse) erreicht.
Wurde keine K-Adresse programmiert oder der K-wert ist größer oder gleich der Taschentiefe, so wird die Tasche in einem Durchgang gefräst.

ERHÖHTER RÜCKZUGSABSTAND (Y3=)

Der erhöhter Rückzugsabstand Y3= wird zum Sicherheitsabstand (B-Adresse) hinzuaddiert, was z.B. die Möglichkeit bietet, Hindernisse zu umgehen. Dieser zusätzliche Abstand wird normalerweise ein positiver Wert sein, er kann jedoch auch als negativer Wert eingegeben werden. Ist kein Y3=- Adresse programmiert worden, erfolgt die Rückzugsbewegung auf den Sicherheitsabstand.

BEARBEITUNGSRICHTUNG (J)



NB6075

J+1 Gleichlauffräsen J-1 Gegenlauffräsen

Wurde keine Fräsrichtung programmiert, so wird die Tasche mit Gleichlauffräsen (J1) gefertigt..

AUSFÜHRUNG

Ein definierter Bearbeitungszyklus wird mit der G77- oder der G79-Funktion ausgeführt. Die Lage der Tasche im Werkstück wird bestimmt durch die mit der G77- bzw. G79-Funktion angegebenen Taschenmittelpunktkoordinaten.

Die Tasche wird in der aktiven Ebene (G17, G18 oder G19) gefräst. Dabei wird der Radius des aktiven Werkzeuges verwendet.

Festzyklen sollten immer bei G40-Betrieb programmiert werden.

GEDREHTE TASCHE

Soll eine Tasche gefräst werden, die einen Winkel mit den Hauptachsen bildet, so müssen die Sätze G77 und G79 ein Spezialwort (B1=) enthalten, das den Drehwinkel angibt.
Für Einzelheiten siehe G77 und G79.

Hinweis: Im Zyklus wird die Tasche definiert, als wäre sie parallel zu den Achsen.

LÖSCHEN

Die Zyklusdaten werden beim Definieren eines neuen Zykluses, Softkey Programm abbrechen, M30 oder durch Softkey CNC-Rücksetzen gelöscht.

SCHLICHTGANG

Zum Schlichten der Tasche kann folgende Methode angewendet werden:

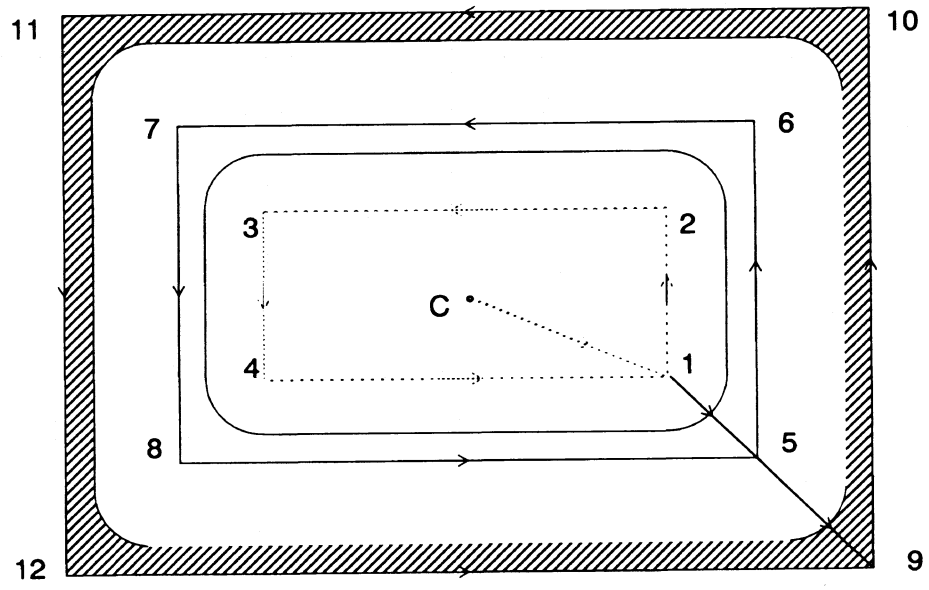
1. Schlichtaufmaß zum Werkzeugradius addieren und diesen größeren Radius im Werkzeugspeicher abspeichern.
2. G87-Fräszyklus ausführen. Infolge der Differenz zwischen dem Radius im Werkzeugspeicher und dem aktuellen Radius wird eine Kontur gefräst, die kleiner als die programmierte Kontur ist.
3. Taschenkontur mit G1- und G2/G3-Satzen programmieren, den Schlichtgang mit Radiuskorrektur ausführen und den aktuellen Werkzeugdurchmesser verwenden.

Werkzeugbewegungsablauf

Der Werkzeugbewegungsablauf zum Fräsen der Tasche sieht so aus:

a. Im Eilgang zur Taschenmitte C fahren und auf Sicherheitsabstand (B-Wort) über dem Werkstück verbleiben.

b. Mit der Hälfte des programmierten Vorschubs auf die erste Tiefe (K-Wort) fahren.



NB6076

Bewegungsablauf zum Fräsen der Taschen

c. Das Werkzeug vom Mittelpunkt auf Punkt 1 fahren und von Punkt 1 auf Punkt 2, 3, 4 und zurück auf Punkt 1. Punkt 1 wird von der Steuerung berechnet und ist vom X-Wort, Y-Wort und dem Radius des aktiven Werkzeugs abhängig.

d. Das Werkzeug auf Punkt 5 fahren. Der Punkt wird von der Steuerung berechnet.
Der Abstände parallel zu den Achsen sind: I-Wort x Werkzeugdurchmesser

e. Das Werkzeug von Punkt 5 auf Punkt 6, 7, 8 und zurück auf Punkt 5 fahren.

f. Die Schritte d und e nötigenfalls wiederholen, bis die Materialschicht abgetragen ist.

g. Zum Schluß der programmierten Kontur folgen und in der Eckenmitte anhalten.

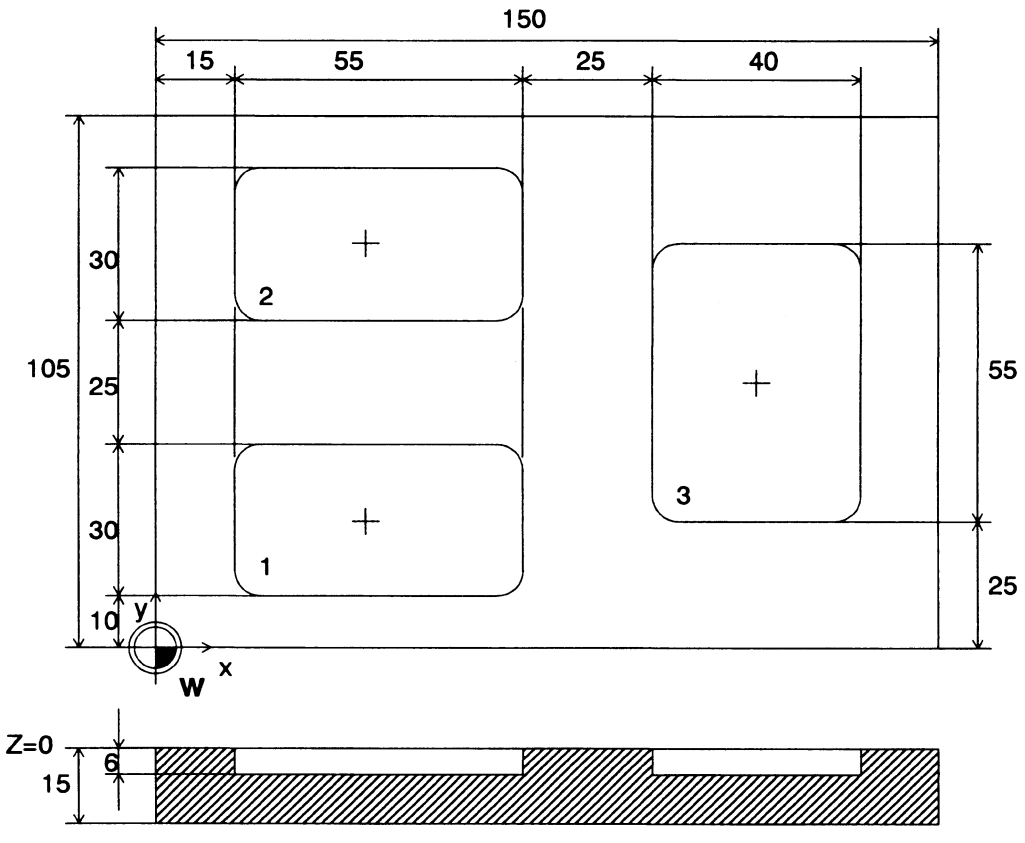
h. Wenn die programmierte Tiefe erreicht ist, das Werkzeug auf Sicherheitsabstand zurückziehen.

i. Wenn die programmierte Tiefe nicht erreicht ist, das Werkzeug mit dem Dreifachen des programmierten Vorschubs auf die Taschenmitte (C) fahren.

j. Die Schritte b bis i wiederholen, um eine weitere Materialschicht abzutragen.

Nachdem die Tasche ausgeräumt ist kann es sein, daß die Taschenseiten geschlichtet werden müssen. Die Vorgehensweise ist folgende:
Im Werkzeugspeicher für das aktive Werkzeug wird ein Radiuswert abgespeichert, der um das Schlichtaufmaß größer ist als der aktuelle Werkzeugradius.
Nachdem der Zyklus völlig abgearbeitet ist bleibt dann das Aufmaß für den Schlichtgang zurück.
Das Schlichten der Tasche wird durch Aktivieren der Werkzeugradiuskorrektur und Anwendung der üblichen G1- und G2/G3-Funktionen programmiert.

Fräsen von drei Taschen

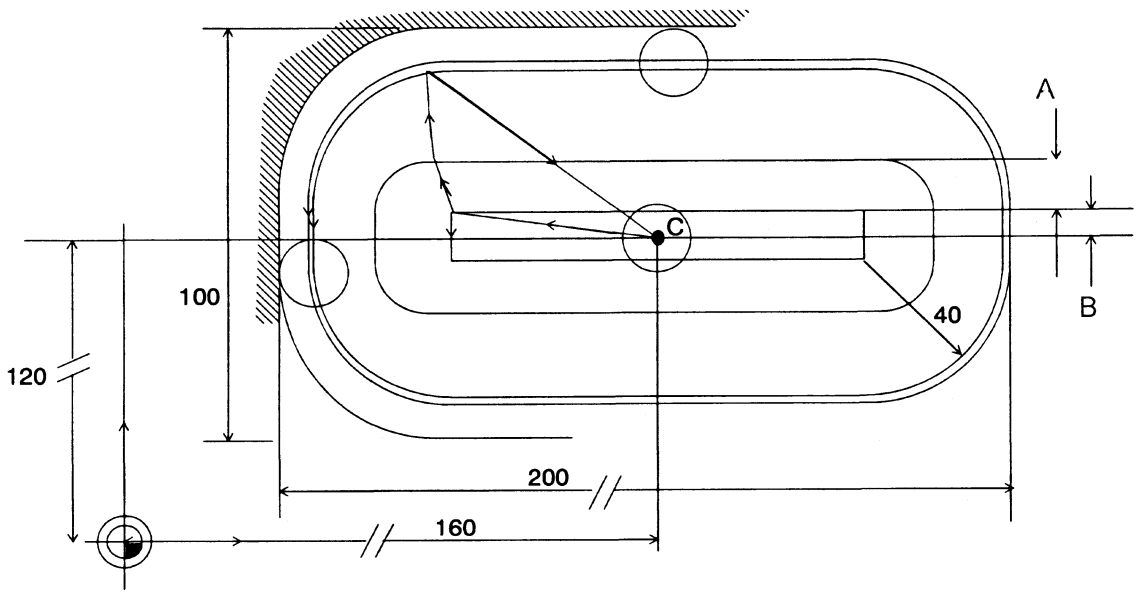


NB5810

Beispiel mit drei Taschen

```
N10 T1 M6 (Fräser R5)
N20 G87 X55 Y30 Z-6 J+1 B1 I75 K1.5 F200 S500 M3
N30 G79 X42.5 Y25 Z0
N31 G79 X42.5 Y80 Z0
N40 G87 X40 Y55 Z-6 J+1 B1 I75 K1.5 F200 S500 M3
N50 G79 X115 Y52.5 Z0
```

Beispiel



A: 75% (I-Wort) von der Durchmesser.
B: 75% (I-Wort) von der Radius

```
N10 T1 M6 (Fräser R5)
N20 G87 X200 Y100 Z-6 J+1 B1 R40 I75 K1.5 F200 S500 M3
N30 G79 X160 Y120 Z0
```

Erläuterung:

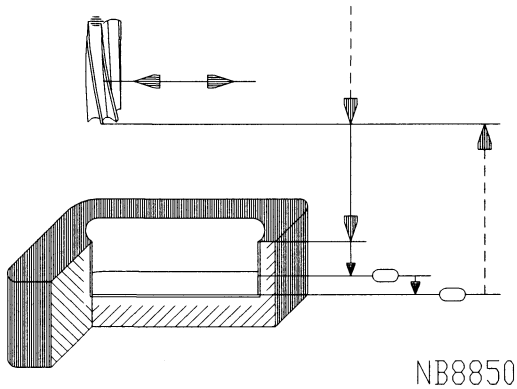
N10 : Werkzeug 1 einwechseln
N20 : Taschenfräszyklus definieren
N30 : Zyklus an der programmierten Position ausführen

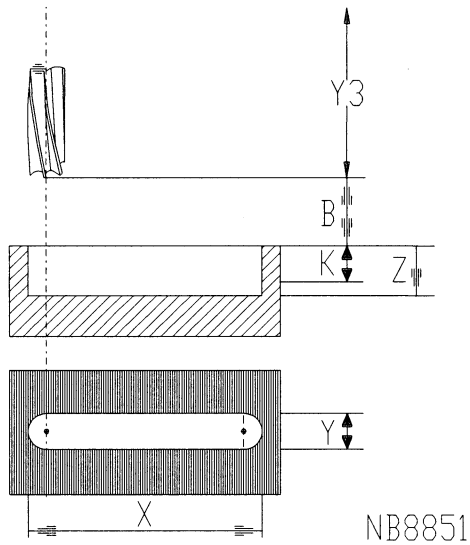
51. Nutenfräszyklus G88

Zweck

Definieren der Geometrie einer Nut sowie bestimmter Parameter zum Fräsen der Nut in einem Programmsatz.

Format





N... G88 X... Y... Z... {B...] {J...} {K...} {Y3=..}
{F2=..}

Zugehörige Funktionen

G77, G79, G81, G83-G87, G89

Parameter

Nutengeometrie
X Abmessung parallel zu X
Y Abmessung parallel zu Y
Z Gesamte Nutentiefe
F2= Eintauchvorschub (Satzweise)

Bearbeitungsparameter
B Sicherheitsabstand
J J1:Gleichlauf / J-1:Gegenlauf
K Zustelltiefe
Y3= Erhöhter Rückzugsabstand

Modale Parameter
F, S, T, M, H, E...=
T1=, T2=

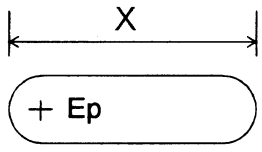
Art der Funktion

modal

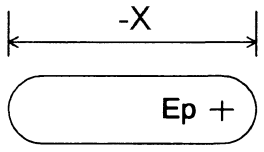
Hinweise und Verwendung

NUTENTIEFE (Z)
Gesamte Nutentiefe, in bezug zur Werkstückoberfläche.
Das Vorzeichen des Z-Wortes bestimmt die Werkstückrichtung:
"-" in negativer Richtung, meist in die Bohrung hinein
"+" in positiver Richtung.

NUT PARALLEL ZUR X-ACHSE



X... (G17), X... (G18), Y... (G19)



X-... (G17), X-... (G18), Y-... (G19)

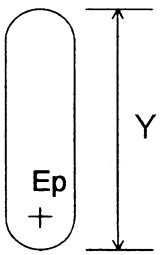
(NB8683)

Soll die Achse der Nut parallel zur X-Achse verlaufen, so sieht die Programmierung wie folgt aus:

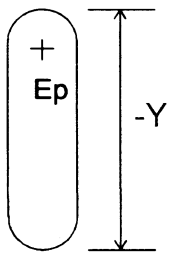
Absolutwert des X-Wortes > Wert des Y-Wortes

Das Vorzeichen des X-Wortes bestimmt, an welcher Seite des Eintrittspunktes (Ep) die Nut gefräst wird. Das Y-Wort wird ohne Vorzeichen programmiert.

NUT PARALLEL ZUR Y-ACHSE



Y... (G17), Y... (G18), X... (G19)



Y-... (G17), Y-... (G18), X-... (G19)

(NB8683)

Soll die Achse der Nut parallel zur Y-Achse verlaufen, so sieht die Programmierung wie folgt aus:

Absolutwert des Y-Wortes > Wert des X-Wortes

Das Vorzeichen des Y-Wortes bestimmt, an welcher Seite des Eintrittspunktes (Ep) die Nut gefräst wird. Das X-Wort wird ohne Vorzeichen programmiert.

BEARBEITUNGSEBENE

Die nachstehende Tabelle zeigt, welche Adressen verwendet werden,um die Nut in jeder der drei Hauptebenen (G17, G18, G19) zu definieren.

	XY-EBENE	XZ-EBENE	YZ-EBENE
X-Wort parallel zur	X-Achse	X-Achse	Z-Achse
Y-Wort parallel zur	Y-Achse	Z-Achse	Y-Achse
Z-Wort (Werkzeugachse)	Z-Achse	Y-Achse	X-Achse

EINTAUCHVORSCHUB (F2=)

Der programmierbare Eintauchvorschub (F2=) ist der Vorschub, mit dem in der Werkzeugachse die Tiefe für jedem Durchgang angefahren wird. Falls in einem Zyklus kein Eintauchvorschub F2= definiert wurde, wird für die Zustellung auf Tiefe (K-Wort) der halbe programmierte Vorschub F/2 verwendet.

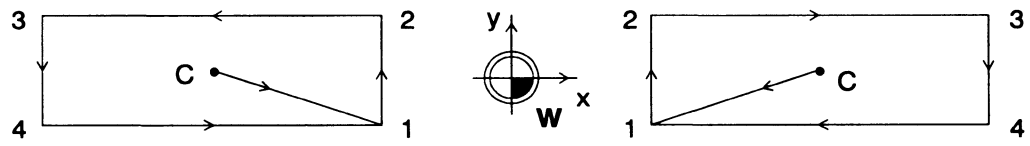
ZUSTELLTIEFE (K)

Wenn die Nut nicht in einem Durchgang auf die gewünschte Tiefe ausgeräumt werden kann, so wird die Tiefe erst nach mehreren Zustellungen (K-Adresse) erreicht.
Wurde keine K-Adresse programmiert oder der K-Wert ist größer oder gleich der Nutentiefe, so wird die Nut in einem Durchgang gefräst.

ERHÖHTER RÜCKZUGSABSTAND (Y3=)

Der erhöhter Rückzugsabstand Y3= wird zum Sicherheitsabstand (B-Adresse) hinzuaddiert, was z.B. die Möglichkeit bietet, Hindernisse zu umgehen. Dieser zusätzliche Abstand wird normalerweise ein positiver Wert sein, er kann jedoch auch als negativer Wert eingegeben werden. Ist kein Y3=-Adresse programmiert worden, erfolgt die Rückzugsbewegung auf den Sicherheitsabstand.

FRÄSRICHTUNG AUF DER ENDBEARBEITUNGSBAHN (J)



NB6075

J+1 Gleichlauffräsen J-1 Gegenlauffräsen

Wurde keine Fräsrichtung programmiert, so wird Gleichlauffräsen unterstellt (J1 ist Einschaltstellung).

AUSFÜHRUNG

Ein definierter Festzyklus wird an den im G77- oder G79-Satz programmierten Positionen ausgeführt. Diese Sätze enthalten die Koordinaten des Eintrittspunktes der Nut.

Die Nut wird in der aktiven Ebene (G17, G18 oder G19) gefräst.
Dabei wird der Radius des aktiven Werkzeuges verwendet.
Festzyklen sollten immer bei G40-Betrieb programmiert werden.

GEDREHTE NUT

Soll eine Nut gefräst werden, die einen Winkel mit den Hauptachsen bildet, so müssen die Sätze G77 und G79 ein Spezialwort (B1=) enthalten, das den Drehwinkel angibt.
Für Einzelheiten siehe G77 und G79.

Hinweis: Im Zyklus wird die Nut definiert als wäre sie parallel zu den Achsen.

LÖSCHEN

Die Zyklusdaten werden beim Definieren eines neuen Zykluses, Softkey Programm abbrechen, M30 oder durch Softkey CNC-Rücksetzen gelöscht.

Werkzeugbewegungsablauf

Der Werkzeugbewegungsablauf zum Fräsen der Nut sieht so aus:

a. Im Eilgang zum Punkt B fahren, wo das Werkzeug in die Nut eintritt und beim Sicherheitsabstand (B-Wort) über dem Werkstück verbleibt.

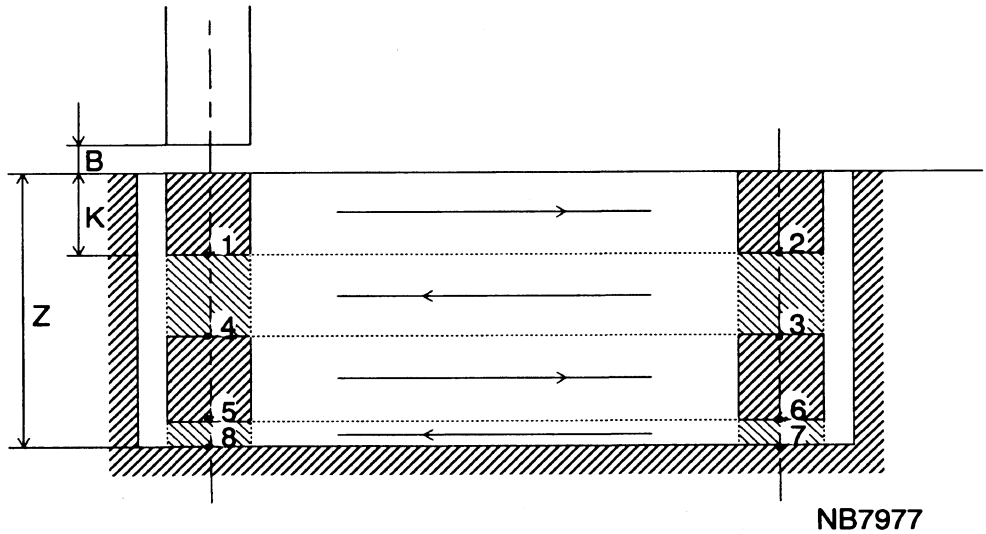
b. Mit der Hälfte des programmierten Vorschubs auf die erste Tiefe (1) fahren.

c. Mit dem programmierten Vorschub durch die Nutenmitte zum Punkt E (2) fahren.

d. Mit der Hälfte des programmierten Vorschubs auf die zweite Tiefe (3) fahren.

e. Mit dem programmierten Vorschub durch die Nutenmitte zurück zum Punkt B (4) fahren.

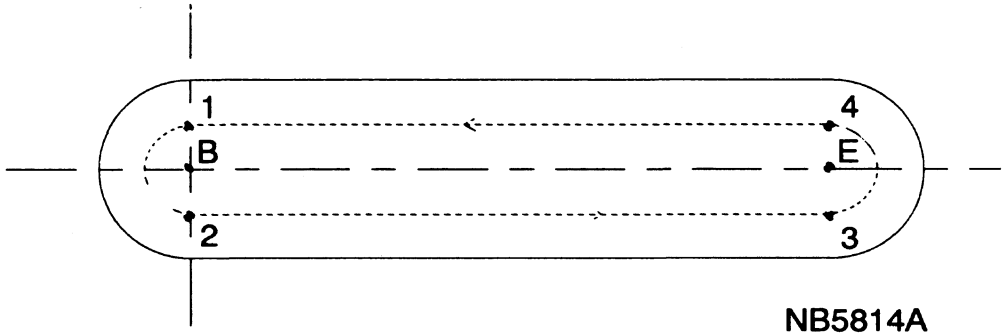
f. Das Werkzeug bewegt sich hin und her, jedesmal auf einer anderen Tiefe, bis die Endtiefe erreicht ist.



NB7977

Bewegungen auf Tiefe in der Nut

g. Nachdem die Endtiefe erreicht ist werden die Seiten der Nut gefräst, und zwar von B nach 1, 2, 3, 4, 1 und zurück nach B, im Gegenuhrzeigersinn bzw. im Uhrzeigersinn falls J-1 programmiert ist. Die Radiuskorrektur wird automatisch durch die Steuerung eingeschaltet und ausgeschaltet, wenn der Zyklus abgearbeitet ist.

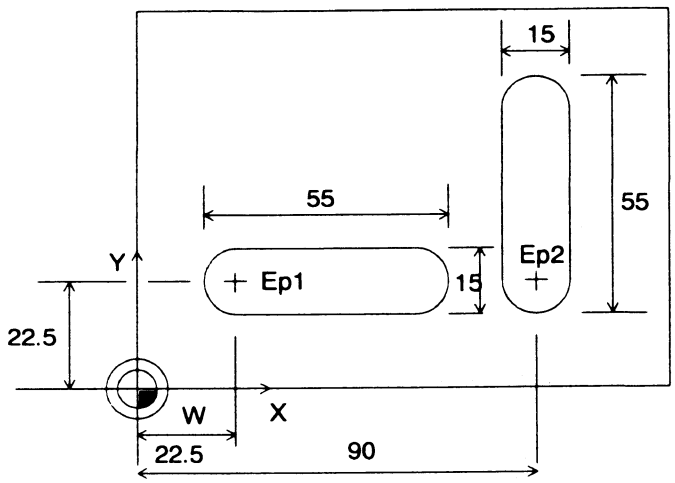


NB5814A

Werkzeugbahn für die Seiten

h. Am Ende des Zyklus wird das Werkzeug aus der Nut herausgezogen und beim Sicherheitsabstand über dem Werkstück angehalten.

Beispiel



NB8640

```
N10 T1 M6 (Fräser R5)
N20 G88 X55 Y15 Z-5 B1 K1 Y3=10 F100 F2=200 S500 M3
N30 G79 X22.5 Y22.5 Z0
N40 G88 X15 Y55 Z-5 B1 K1 Y3=10 F2=200
N50 G79 X90 Y22.5 Z0
```

Erläuterung:

N10 : Werkzeug 1 einwechseln
N20 : Nutenfräszyklus definieren; parallel zur X-Achse
N30 : Zyklus an der programmierten Position (Ep1) ausführen
N40 : Nutenfräszyklus definieren, parallel zur Y-Achse
N50 : Zyklus an der programmierten Position (Ep2) ausführen

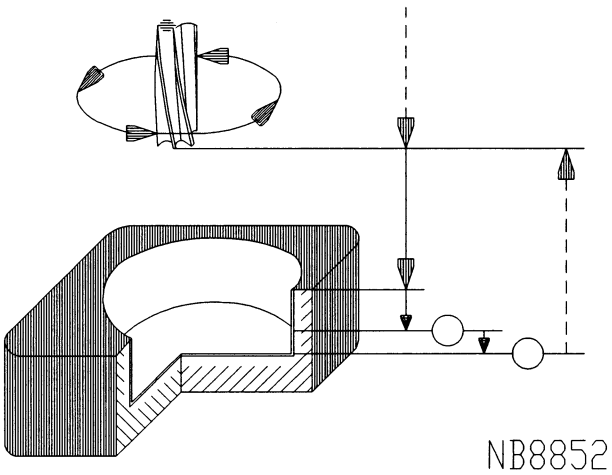
Hinweis: Die Funktionen F, S und M sind nach wie vor wirksam und müssen daher nicht erneut programmiert werden.

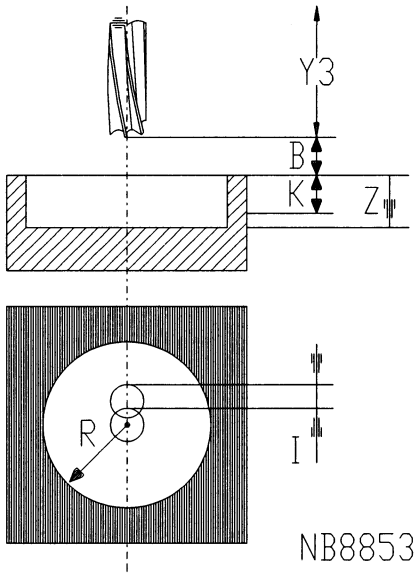
52. Kreis-Taschenfräszyklus G89

Zweck

Kreistaschenfräszyklus in einem Programmsatz programmieren.

Format





N... G89 Z... R... {B...} {I...} {J...} {K...} {Y3=..} {F2=..}

Zugehörige Funktionen

G77, G79, G81, G83-G88

Parameter

Taschengeometrie
Z Gesamte Taschentiefe
R Radius der Kreistasche
F2= Eintauchvorschub (Satzweise)

Bearbeitungsparameter
B Sicherheitsabstand
I Schnittbreite des Fräsers in %
J J1:Gleichlauf / J-1:Gegenlauf
K Zustelltiefe
Y3= Erhöhter Rückzugsabstand

Modale Parameter
F, S, T, M, H, E...=
T1=, T2=

Art der Funktion

modal

Hinweise und Verwendung

GESAMTE TASCHENTIEFE (Z)

Gesamte Taschentiefe, in bezug zur Werkstückoberfläche.
Das Vorzeichen des Z-Wortes bestimmt die Werkzeugrichtung:
"-" in negativer Richtung, meist in die Bohrung hinein
"+" in positiver Richtung.

TASCHENDEFINITION FÜR JEWEILIGE BEARBEITUNGSEBENE

Die nachstehende Tabelle zeigt, welche Achse in der aktiven Ebene als Werkzeugachse dient:

	XY-EBENE	XZ-EBENE	YZ-EBENE
Z-Adresse (Werkzeugachse)	Z-Achse	Y-Achse	X-Achse

EINTAUCHVORSCHUB (F2=)

Der programmierbare Eintauchvorschub (F2=) ist der Vorschub, mit dem in der Werkzeugachse die Tiefe für jeden Durchgang angefahren wird. Falls in einem Zyklus kein Eintauchvorschub F2= definiert wurde, wird für die Zustellung auf Tiefe (K-Wort) der halbe programmierte Vorschub F/2 verwendet.

SCHNITTBREITE DES FRÄSERS IN PROZENT (I)

Der Wert der I-Adresse gibt den Prozentsatz des Werkzeugdurchmessers an, der bei jedem Durchgang als Schnittbreite zu verwenden ist.

Beispiel: I75 gibt an, daß die Schnittbreite gleich 75 % des Werkzeugdurchmessers ist.

Falls kein I-Adresse programmiert ist, wird der Wert aus einer Maschinenkonstante (MC720) verwendet.

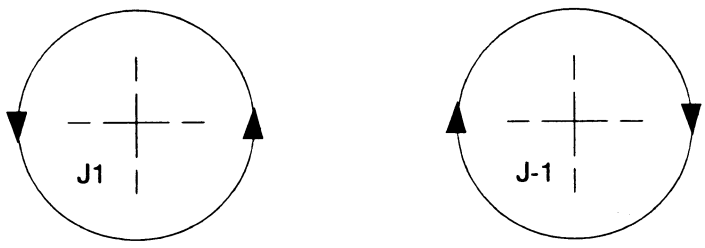
ZUSTELLTIEFE (K)

Wenn die Tasche nicht in einem Durchgang auf die gewünschte Tiefe ausgeräumt werden kann, so wird die Tiefe erst nach mehreren Zustellungen (K-Adresse) erreicht.
Wurde keine K-Adresse programmiert oder der K-Wert ist größer oder gleich der Taschentiefe, so wird die Tasche in einem Durchgang gefräst.

ERHÖHTER RÜCKZUGSABSTAND (Y3=)

Der erhöhter Rückzugsabstand Y3= wird zum Sicherheitsabstand (B-Adresse) hinzuaddiert, was z.B. die Möglichkeit bietet, Hindernisse zu umgehen. Dieser zusätzliche Abstand wird normalerweise ein positiver Wert sein, er kann jedoch auch als negativer Wert eingegeben werden. Ist kein Y3=-Adresse programmiert worden, erfolgt die Rückzugsbewegung auf den Sicherheitsabstand.

FRÄSRICHTUNG (J)



NB8554

J+1 Gleichlauffräsen J-1 Gegenlauffräsen

Wurde keine Fräsrichtung programmiert, wird Gleichlauffräsen unterstellt (J1 ist Einschaltstellung).

AUSFÜHRUNG

Ein definierter Bearbeitungszyklus wird mit der G77- oder der G79-Funktion ausgeführt. Die Lage der Tasche im Werkstück wird bestimmt durch die mit der G77- bzw. G79-Funktion angegebenen Taschenmittelpunktkoordinaten.

Die Tasche wird in der aktiven Ebene (G17, G18 oder G19) gefräst. Dabei wird der Radius des aktiven Werkzeuges verwendet.

Festzyklen sollten immer bei G40-Betrieb programmiert werden.

LÖSCHEN

Die Zyklusdaten werden beim Definieren eines neuen Zykluses, Softkey Programm abbrechen, M30 oder durch Softkey CNC-Rücksetzen gelöscht.

SCHLICHTGANG

Zum Schlichten der Tasche kann folgende Methode angewendet werden:

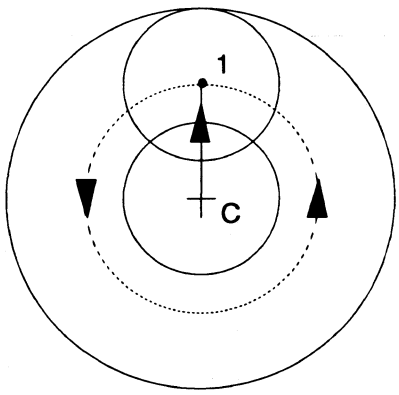
1. Schlichtaufmaß zum Werkzeugradius addieren und diesen größeren Radius im Werkzeugspeicher abspeichern.
2. G89-Fräszyklus ausführen. Infolge der Differenz zwischen dem Radius im Werkzeugspeicher und dem aktuellen Radius wird eine Kontur gefräst, die kleiner als die programmierte Kontur ist.
3. Taschenkontur mit G1- und G2/G3-Satzen programmieren, den Schlichtgang mit Radiuskorrektur ausführen und den aktuellen Werkzeugdurchmesser verwenden.

Werkzeugbewegungsablauf

Der Werkzeugbewegungsablauf zum Fräsen der Kreistasche sieht so aus:

a. Im Eilgang zur Taschenmitte C fahren und auf Sicherheitsabstand (B-Wort) über dem Werkstück verbleiben.

b. Mit der Hälfte des programmierten Vorschubs auf die erste Tiefe (K-Wort) fahren.



NB5817

Bewegungsablauf zum Fräsen der Kreistasche

c. Mit dem programmierten Vorschub von C nach 1 fahren.
Die zu fahrende Strecke ist gleich Werkzeugdurchmesser x I-Wort.

d. Mit dem programmierten Vorschub eines Vollkreis im Uhrzeigersinn (J-1) bzw. im Gegenuhrzeigersinn (J+1) fahren, vom Werkzeug aus gesehen.

e. Die Schritte c und d wiederholen, bis die Materialschicht abgetragen ist.

f. Mit dem Dreifachen des programmierten Vorschubs zurück zum Punkt C fahren

g. Falls die programmierte Tiefe nicht erreicht ist, folgt eine weitere Bewegung über die Tiefe (K-Wort) und es wird eine weitere Materialschicht abgetragen.

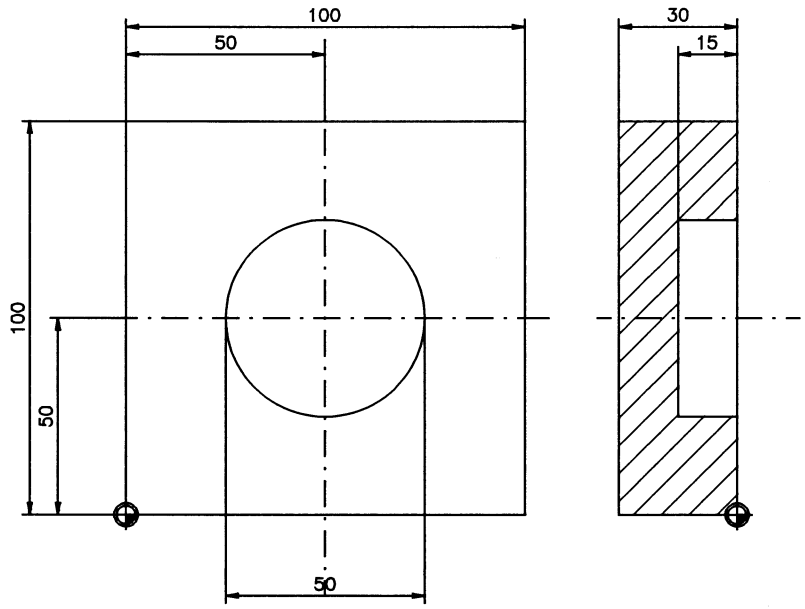
h. Wenn die Gesamttiefe erreicht ist, wird das Werkzeug aus der Tasche herausgezogen und beim Sicherheitsabstand über dem Werkstück angehalten.

Nachdem die Tasche ausgeräumt ist, kann es sein, daß die Taschenseiten geschlichtet werden müssen.

Die Vorgehensweise ist folgende:

Im Werkzeugspeicher für das aktive Werkzeug wird ein Radiuswert abgespeichert, der um das Schlichtaufmaß größer ist als der aktuelle Werkzeugradius.
Nachdem der Zyklus völlig abgearbeitet ist bleibt dann das Aufmaß für den Schlichtgang zurück.
Das Schlichten der Tasche wird durch Aktivieren der Werkzeugradiuskorrektur und Anwendung der normalen G1- und G2/G3-Funktionen programmiert.

Beispiel




```
N10 T1 M6 (Fräser R5)
N20 G89 Z-15 B1 R25 I75 K6 F200 S500 M3
N30 G79 X50 Y50 Z0
N40 G0 Z200
```

Erläuterung:

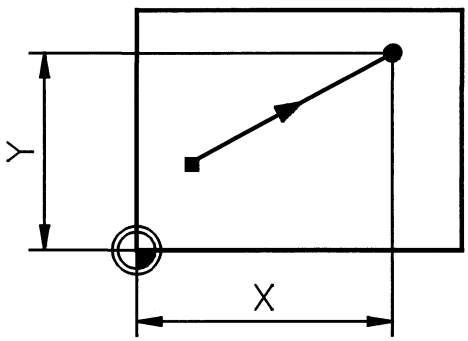
N10 : Werkzeug 1 einwechseln
N20 : Zyklus für das Fräsen einer Kreistasche definieren
N30 : Zyklus an der programmierten Position ausführen
N40 : Werkzeug zurückziehen

53. Absolut-/Inkremental-Programmierung G90/G91

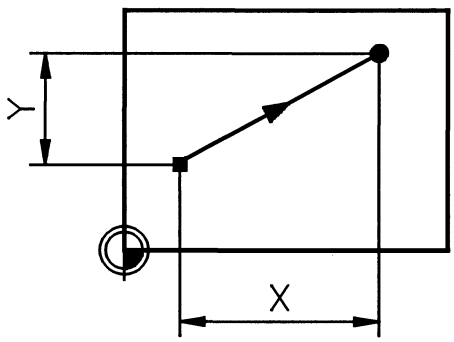
Zweck

Auswahl aus zwei Arten von Koordinatenprogrammierung.

G90: Absolute Koordinaten, gemessen vom Programmnullpunkt W.
G91: Inkrementale Koordinaten, gemessen von der zuletzt programmierten Werkzeuglage.



G90: Absolute Koordinaten



G91: Inkrementale Koordinaten

Format

N... G90/G91 [Achsenkoordinaten]

Parameter

Achsenkoordinaten bei G90
X,Y,Z Endpunktkoordinate
A,B,C Endwinkel

Achsenkoordinaten bei G91
X,Y,Z Endpunktkoordinate
A,B,C Endwinkel

Art der Funktion

modal

Hinweise und Verwendung

EINSCHALTZUSTAND
Beim Einschalten des CNC-Systems oder bei CNC rücksetzen ist Absolutmaßprogrammierung (G90) automatisch wirksam.

LÖSCHEN

Die G91 wird beim Definieren eines G90, Softkey Programm abbrechen, M30 oder durch Softkey CNC-Rücksetzen gelöscht.

UMSCHALTEN ZWISCHEN DEN BEIDEN BETRIEBSARTEN

Der Einschaltzustand G90 wird mit G91 gelöscht. Nach Umschalten auf G91 werden die Koordinaten durch die CNC als inkrementale Koordinaten verwertet. Durch Programmieren von G90 wird wieder auf Absolutmaßprogrammierung zurückgeschaltet.

Steuerungsintern werden absolute Koordinaten verwendet. Folglich ist es möglich, in einem bestimmten Programm beliebig von absolut auf inkremental und umgekehrt zu wechseln.

POLARKOORDINATEN

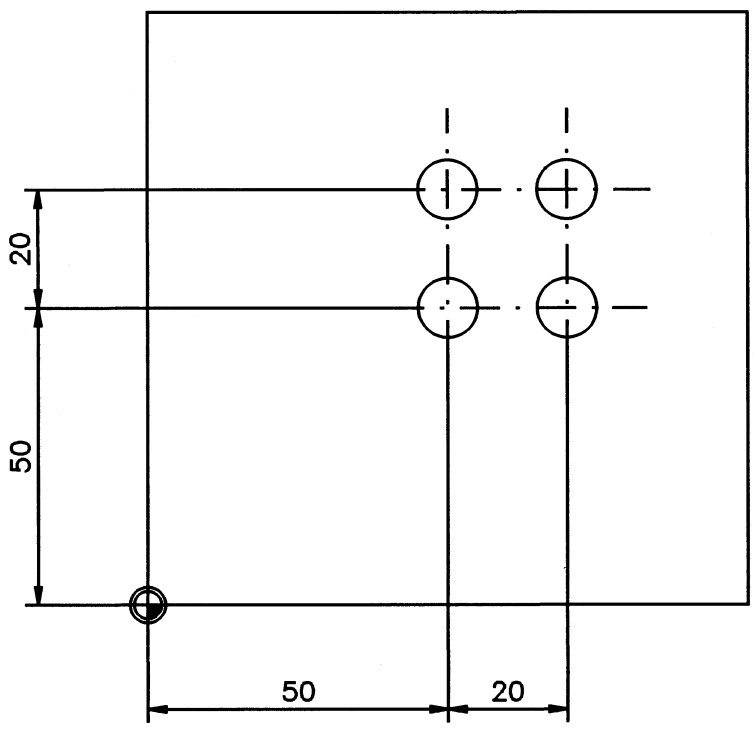
Die Polarkoordinaten (B1=, L1=), (B2=, L2=), (B3=, L3=) werden nicht durch G90 und G91 beeinflußt. Sie können in jedem Koordinatenmodus beliebig eingesetzt werden.

POSITIONSANZEIGE

Die auf dem CNC-Bildschirm angezeigten Achsenpositionen stellen immer absolute Koordinaten dar, die sich auf den Programmnullpunkt W beziehen.

Hinweis: Ein Teileprogramm muß vor der Programmierung von G91 immer eine absolute Position enthalten. Bei einem Programm das unmittelbar mit G91 anfängt, wird die aktuelle Werkzeuglage als die erste absolute Position des Programms verwendet. Diese Position muß bei jedem Programmablauf gleich sein, anderenfalls wird das Programm jedesmal an einer anderen Stelle ausgeführt.

Beispiel




```
N88550
N1 G17
N2 G54
N3 G195 X0 Y0 Z60 I100 J100 K-80
N4 S1300 T1 M6 (Bohrer R5)
```

```
N5 G0 X0 Y0 Z50
:
N8 G81 Y2 Z-10 F200 M3
N9 G79 X50 Y50 Z0
N10 G91
N11 G79 Y20
N12 G79 X20
N13 G79 Y-20
N14 G90
:
N17 G0 X0 Y0 Z50
N18 M30
```

Erläuterung:

N1 : Bearbeitungsebene XY
N2 : Nullpunktverschiebung aktivieren
N3 : Grafikfenster definieren
N4 : Werkzeug 1 einwechseln
N5 : Positionieren im Eilgang

N8 : Bohrzyklus definieren
N9 : Zyklusaufruf 1. Bohrung
N10 : Inkrementalmaß-Programmierung
N11 : Zyklusaufruf 2. Bohrung
N12 : Zyklusaufruf 3. Bohrung
N13 : Zyklusaufruf 4. Bohrung
N14 : Absolutmaß-Programmierung

N17 : Werkzeug freifahren
N18 : Programm-Ende

54. Wortweise Absolut-/Inkremental-Programmierung (ab V320)

Zweck

Wortweise Absolut-/Inkremental-Programmierung, unabhängig von G90/G91.

Format

absolute Programmierung:
N.. G.. [Achsname]90=...

inkrementale Programmierung:
N.. G.. [Achsname]91=...

Zugehörige Funktion

G0, G1, G2, G3, G9, G45, G46, G61, G62, G77, G79, G145, G182

Art der Funktion

nicht modal

Parameter

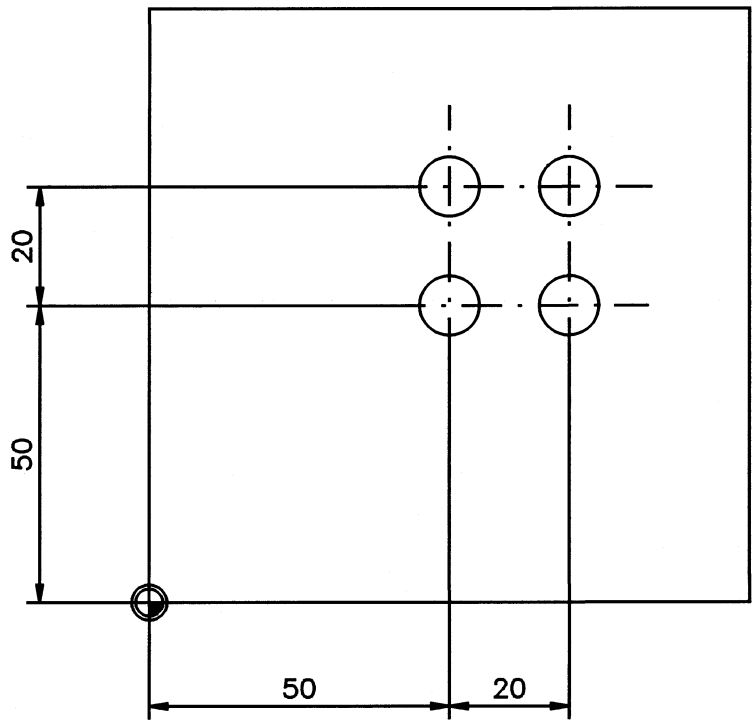
Achsname: X, Y, Z, U, V, W, I, J, K, A, B, C
X90=,Y90=,Z90= Endpunkt absolut
A90=,B90=,C90= Endwinkel absolut
X91=,Y91=,Z91= Endpunkt inkremental
A91=,B91=,C91= Endwinkel inkremental

Hinweise und Verwendung

Kartesische Koordinaten:
Die wortweise Absolut-/Inkremental-Programmierung ist unabhängig vom modal gültigen Maßsystem G90/G91.

Polarkoordinaten:
Die Programmierung in Polarkoordinaten wird nicht beeinflußt.

Beispiel




```
N88550
N1 G17
N2 G54
N3 G195 X0 Y0 Z60 I100 J100 K-80
N4 S1300 T1 M6 (Bohrer R5)
N5 G0 X0 Y0 Z50
:
N8 G81 Y2 Z-10 F200 M3
N9 G79 X50 Y50 Z0
N11 G79 Y91=20
N12 G79 X91=20
N13 G79 Y91=-20
:
N17 G0 X0 Y0 Z50
N18 M30
```

Erläuterung:

N1 : Bearbeitungsebene XY
N2 : Nullpunktverschiebung aktivieren
N3 : Grafikfenster definieren
N4 : Werkzeug 1 einwechseln
N5 : Positionieren im Eilgang

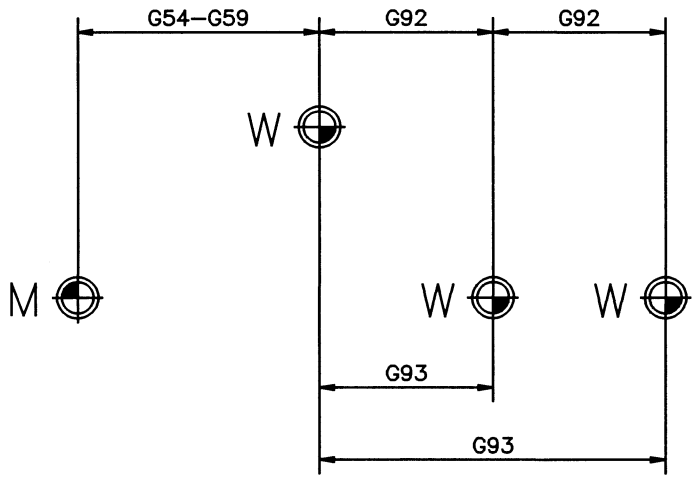
N8 : Bohrzyklus definieren
N9 : Zyklusaufruf 1. Bohrung
N11 : Zyklusaufruf 2. Bohrung, inkrementale Bewegung
N12 : Zyklusaufruf 3. Bohrung, inkrementale Bewegung
N13 : Zyklusaufruf 4. Bohrung, inkrementale Bewegung

N17 : Werkzeug freifahren
N18 : Programm-Ende

55. Nullpunktverschiebung inkrementelle oder absolute Rotation G92/G93

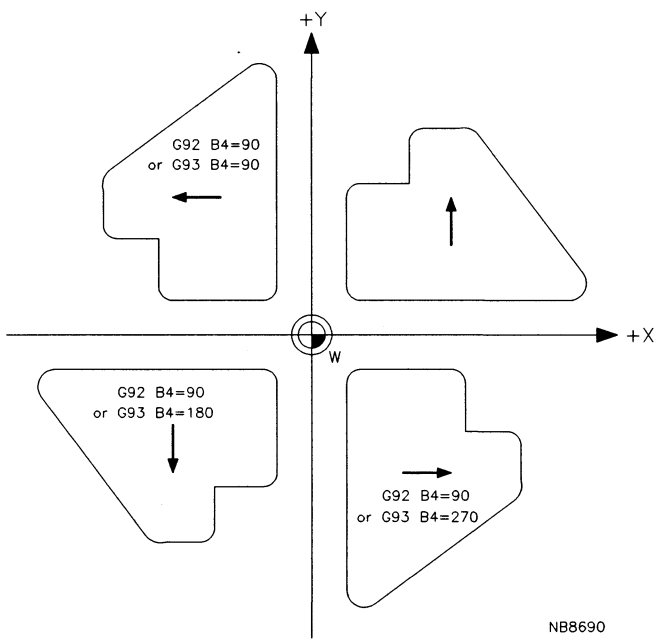
Zweck

1. Festlegen eines Programmnullpunktes (W) auf dem Werkstück, so daß die Werkstückmaße direkt für das Programmieren von Werkzeug- oder Werkstückbewegungen verwendet werden können. (G54-G59 oder G54.[nr])



G92 : Inkrementale Nullpunktverschiebung, bezogen auf den letzten Programmnullpunkt
G93 : Absolute Nullpunktverschiebung, bezogen auf einen festen Nullpunkt (Aufspannungsnullpunkt C)

2. Hervorrufen einer Drehung von Koordinatenachsen für eine Gruppe von Koordinaten.



G92 : Verdrehungswinkel, bezogen auf die zuletzt programmierte Hauptachse
G93 : Verdrehungswinkel, bezogen auf einen festen Maschinenachse

Format

Nullpunktverschiebung

N... G92 [Koordinate(n), bezogen auf den letzten Nullpunkt]

N... G93 [Koordinate(n), bezogen auf einen festen Nullpunkt]

Achsendrehung

N... G92/G93 B4=...

Zugehörige Funktionen

Bei Nullpunktverschiebung : G53-G59 oder G54 I..

Bei Achsendrehung : G72/G73

Parameter

Bei G92 verwendete Wörter

1. Nullpunktverschiebung

X,Y,Z Nullpunktkoordinate
A,B,C Nullpunktwinkel
B1= Winkel
L1= Streckenlänge

2. Achsendrehung

B4= Inkrementaler Rotationswinkel

Bei G93 verwendete Wörter

1. Nullpunktverschiebung

X,Y,Z Nullpunktkoordinate
A,B,C Nullpunktwinkel
B2= Polarwinkel
L2= Polarlänge
P,P1= Punktedefinitionsnummer

2. Achsendrehung

B4= Absoluter Rotationswinkel

Art der Funktion

Nicht modal.

Hinweise und Verwendung

NULLPUNKTVERSCHIEBUNGEN

INKREMENTALE NULLPUNKTVERSCHIEBUNG (G92)
G92 erlaubt die Verschiebung des Nullpunktes vom aktuellen Programmnullpunkt (W) zu einem neuen Programmnullpunkt (W).

ANWENDUNG VON G92
G92 erlaubt die Programmierung identischer Werkzeugbewegungen, die an unterschiedlichen Stellen des Werkstückes wiederholt werden sollen.

ABSOLUTE NULLPUNKTVERSCHIEBUNG (G93)
G93 erlaubt die Festlegung des Programmnullpunktes, indem der Nullpunkt vom Aufspannungsnullpunkt (C) zum gewünschten Programmnullpunkt (W) verschoben wird.

UNVERÄNDERTE ACHSEN
Eine Achse die nicht von einer Nullpunktverschiebung betroffen wird, kann im Satz mit der Verschiebung entfallen.

PROGRAMMIERTE MAßANGABEN
Sämtliche nach einer Nullpunktverschiebung programmierten Maßangaben beziehen sich auf den neuen Nullpunkt (0,0).

ANGEZEIGTE KOORDINATEN
Die angezeigten Achsenkoordinaten beziehen sich immer auf den aktiven Programmnullpunkt W.

LÖSCHEN VON G92 UND G93
Die G92-Nullpunktverschiebung wird durch G93 gelöscht.

Eine programmierte Nullpunktverschiebung (G92 oder G93) wird durch eine andere Nullpunktverschiebung (G51/G52, G53...G59 oder G54 I..) gelöscht.

Eine programmierte Nullpunktverschiebung (G92 oder G93) wird durch M30, Softkey Programm abbrechen oder durch Softkey CNC rücksetzen gelöscht.

G92/G93 IM TEACH-IN-BETRIEB
Eine über Teach-in eingegebene Nullpunktverschiebung wird durch CNC rücksetzen oder durch eine der Funktionen G53...G59 gelöscht. Aus diesem Grund muß die G92/G93-Funktion im Teileprogramm nach den Funktionen G53...G59 programmiert werden.

ACHSENDREHUNG

Die Achsen der Hauptebene können um den Programmnullpunkt W gedreht werden. Folglich kann ein vollständiges Teileprogramm oder ein Programmabschnitt gedreht ablaufen.

Die programmierten Koordinaten beziehen sich auf die gedrehten Achsen.

EBENENAUSWAHL

Die Achsendrehung wird in der aktiven Hauptebene vorgenommen, und zwar folgendermaßen:

Bei G17 : die X- und Y-Achse werden gedreht
Bei G18 : die X- und Z-Achse werden gedreht
Bei G19 : die Y- und Z-Achse werden gedreht

VERDREHUNGSWINKEL

Der Verdrehungswinkel wird mit dem Wort B4=.. programmiert. Der Winkel liegt im Bereich -360 bis 360 und wird wie bei den Polarkoordinaten gemessen.

INKREMENTALER VERDREHUNGSWINKEL (G92)

Bei G92 wird der Winkel mit der zuletzt aktiven Koordinatenachse gemessen:
- bei G17 oder G18 : die (gedrehte) X-Achse
- bei G19 : die (gedrehte) Z-Achse

ABSOLUTER VERDREHUNGSWINKEL (G93)

Bei G93 wird der Winkel mit der Maschinenachse gemessen:
- bei G17 oder G18 : die feste X-Achse
- bei G19 : die feste Z-Achse

NULLPUNKTVERSCHIEBUNG UND ACHSENDREHUNG

Ein G92- oder G93-Satz kann eine Nullpunktverschiebung und Achsendrehung enthalten. Die Ausführungsfolge ist wie folgt:
- zuerst die Nullpunktverschiebung,
- dann die Achsendrehung.

Der neue Nullpunkt ist der Drehpunkt.

NULLPUNKTVERSCHIEBUNGEN G51...G59

Wird nach der Achsendrehung eine der G-Funktionen der Reihe G51 bis G59 programmiert, so wird die Funktion in den nicht gedrehten Achsen ausgeführt.

SPIEGELN UND VERGRÖSSERN/VERKLEINERN

Eine Kombination von Spiegeln und/oder Vergrößern/Verkleinern und Achsendrehung ist gestattet. Die Ausführungsfolge ist wie folgt:
- zuerst Vergrößern/Verkleinern und Spiegeln,
- dann die Achsendrehung.

ANGEZEIGTE KOORDINATEN

Nach der Achsendrehung beziehen sich die angezeigten Achsenkoordinaten auf die nicht gedrehten Achsen der Hauptebene.

LÖSCHEN

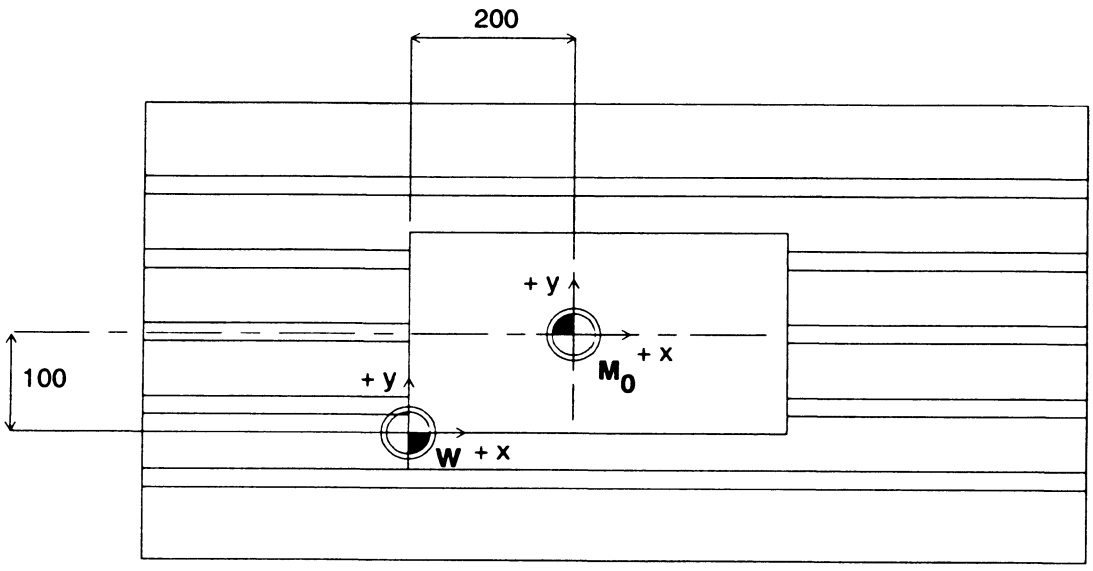
Die G92-Achsendrehung wird durch Programmieren der G93-Achsendrehung gelöscht.

Die G93-Achsendrehung wird mit G93 B4=0 gelöscht.

Beide Arten von Achsendrehung (G92 und G93) werden durch M30, Softkey Programm abbrechen oder durch Softkey CNC rücksetzen gelöscht.

Beispiele

Beispiel 1

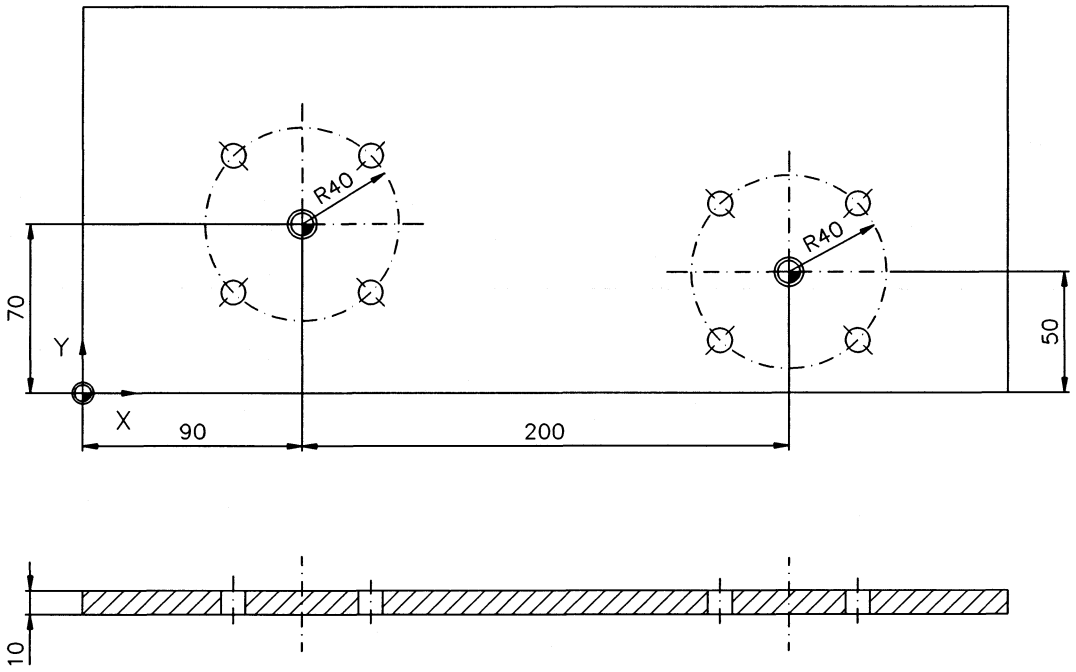


NB8556

In diesem Beispiel fällt die Werkstückmitte mit dem Maschinennullpunkt (MO) zusammen. Der Programmnullpunkt (W) wird mit Hilfe von G93 in die linke Werkstückecke gelegt, und zwar wie folgt:

...
N30 G93 X-200 Y-100

Beispiel 2



Vier Bohrungen sollen jeweils auf dem ersten und auf dem zweiten Lochkreis gebohrt werden. Im Programm liegt der Programmnullpunkt (W) im Mittelpunkt der Kreise. Auf diese Weise werden die Berechnungen während der Programmierung auf ein Minimum herabgesetzt.

Programm mit G92
N79560
N1 G17
N2 G54
N3 G195 X-10 Y-10 Z10 I420 J180 K-30
N4 G99 X0 Y0 Z0 I420 J160 K-10
N5 F200 S3000 T1 M6
N6 G92 X90 Y70
N7 G81 Y1 Z-12 M3
N8 G77 X0 Y0 Z0 I45 J4 R40
N9 G92 X200 Y-20
N10 G14 N1=8
N11 G92 X-290 Y-50
N12 G0 Z100 M30

Erläuterung:

N1 : Arbeitsebene setzen
N2 : Nullpunkt setzen
N3 : Grafikfenster setzen
N4 : Grafikmaterial definieren
N5 : Werkzeug 1 einwechseln
N6 : Inkrementale Nullpunktverschiebung
N7 : Bohrzyklus definieren.
N8 : Die vier Löcher auf dem Kreis bohren. Die Werkstückoberfläche wird durch Z=0 definiert.
N9 : Inkrementale Nullpunktverschiebung.
N10 : Satz 8 wiederholen. Die vier Löcher auf dem Kreis bohren.
N11 : Inkrementale Nullpunktverschiebung nach Anfangs Nullpunkt.
N12 : Programmende

Programm mit G93

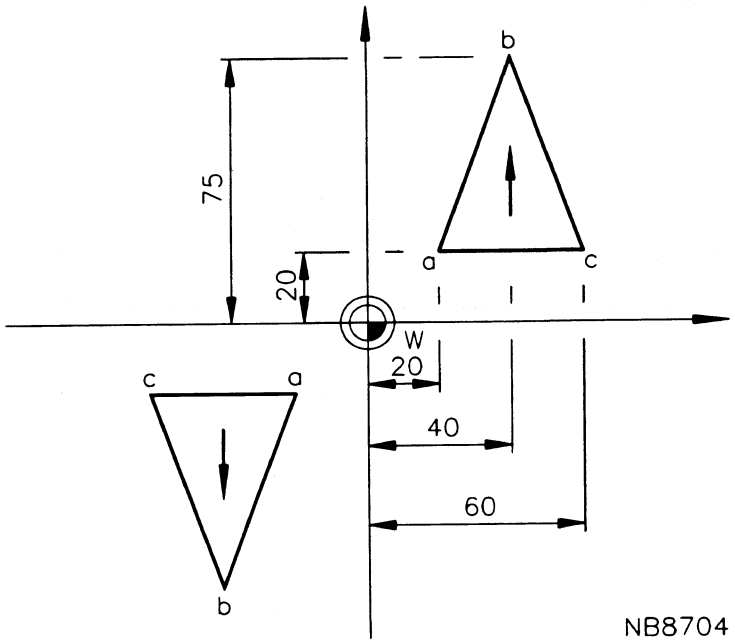
Bezogen auf den Aufspannungsnullpunkt, sieht das Programm so aus:

```
N79561
N1 G17
N2 G54
N3 G195 X-10 Y-10 Z10 I420 J180 K-30
N4 G99 X0 Y0 Z0 I420 J160 K-10
N5 F200 S3000 T1 M6
N6 G93 X90 Y70
N7 G81 Y1 Z-12 M3
N8 G77 X0 Y0 Z0 I45 J4 R40
N9 G93 X290 Y50
N10 G14 N1=8
N11 G93 X0 Y0
N12 G0 Z100 M30
```

Erläuterung:

N1 : Arbeitsebene setzen
N2 : Nullpunkt setzen
N3 : Grafikfenster setzen
N4 : Grafikmaterial definieren
N5 : Werkzeug 1 einwechseln
N6 : Absolute Nullpunktverschiebung
N7 : Bohrzyklus definieren.
N8 : Die vier Löcher auf dem Kreis bohren. Die Werkstückoberfläche wird durch Z=0 definiert.
N9 : Absolute Nullpunktverschiebung.
N10 : Satz 8 wiederholen. Die vier Löcher auf dem Kreis bohren.
N11 : Absolut Nullpunktverschiebung nach Anfangs Nullpunkt.
N12 : Programmende

Beispiel 3. Achsendrehung




```
N9300
N1 G17
N2 G54
N3 S400 T1 M6
N4 G0 X60 Y-10 Z1 M3
N5 G1 Z-16 F1000
N6 G43 Y20
N7 G41
N8 G1 X20
N9 X40 Y75
N10 X60 Y20
N11 Y-10
N12 G40
N13 G0 Z10
N14 G93 B4=180
N15 G14 N1=4 N2=12
N16 G0 Z100
N17 M30
```

Erläuterung:

N1 : XY-Ebene auswählen.
N2 : Gespeicherte Nullpunktverschiebung aufrufen.
N3 : Werkzeug 1 einwechseln und Spindeldrehzahl setzen.
N4 : Werkzeug auf die Startposition fahren. Spindeldrehung im Uhrzeigersinn mit 400 U/min festlegen.
N5 : Werkzeug mit definiertem Vorschub auf Tiefe bewegen.
N6 : Werkzeug BIS zu Punkt C fahren.
N7-N11 : Radiuskorrektur LINKS aktivieren und Werkstück bearbeiten.
N12 : Radiuskorrektur löschen.
N13 : Werkzeug im Eilgang aus dem Werkstück herausziehen.
N14 : Achsen um 180 Grad drehen.
N15 : Die in den Sätzen N4 bis N12 programmierten Anweisungen wiederholen.
N16 : Werkzeug vom Werkstück zurückziehen.
N17 : Achsendrehung löschen und Programmende.

56. Auswahl Vorschub-Einheit G94/G95

Zweck

Die CNC informieren, wie sie die programmierte Vorschubgeschwindigkeit (F-Wort) zu verwerten hat.

G94 : Vorschub in mm/min oder Zoll/min.
G95 : Vorschub in mm/U oder Zoll/U.

Format

N... G94/G95 F...

Parameter

F Vorschub
S Spindeldrehzahl (U/min)
T Werkzeugnummer
M Maschinenfunktion

Art der funktion

modal

Hinweise und Verwendung

EINSCHALTZUSTAND
Beim Einschalten des CNC-Systems oder bei Softkey CNC rücksetzen, M30, Softkey Programm abbrechen ist G94 automatisch wirksam.

MAßEINHEIT
Die Maßeinheit für die beiden Funktionen wird von den Funktionen G71 (metrisch) oder G70 (Zoll) bestimmt.

UMRECHNUNG IN EINEN VORSCHUB VON EINHEITEN/MIN
Bei aktiver G95 wird der F-Wert automatisch von der CNC in einen in mm/min (bzw. Zoll/min) ausgedrückten Vorschub umgerechnet. Ist die Maschine mit einem Spindelgeber ausgestattet, so wird die erfaßte Spindeldrehzahl für die Umrechnung verwendet.

Beispiel

N... G94
N... G1 X... Y... F200

Das Werkzeug wird mit einem Vorschub von 200 mm/min auf eine durch die Koordinaten X... und Y... definierte Position gefahren.

N... G95
N... G1 X... Y... F.5

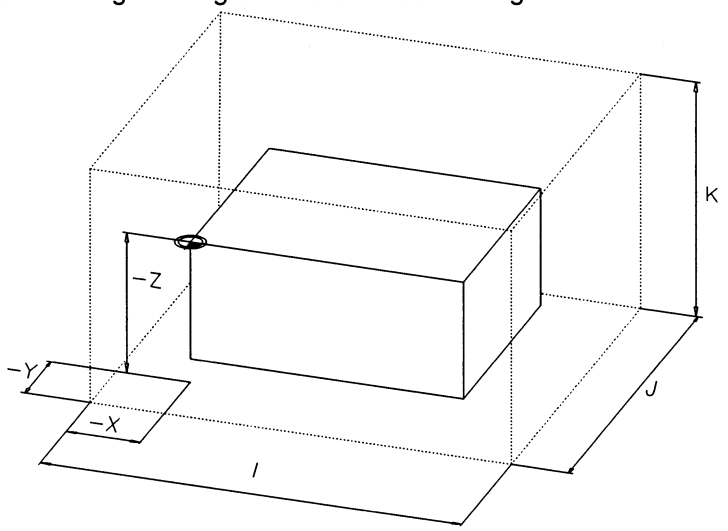
Das Werkzeug wird mit einem Vorschub von 0,5 mm/U auf eine durch die Koordinaten X... und Y... definierte Position gefahren.

57. Grafikfenster-Definition G98

Es empfiehlt sich, bei der Erstellung neuer Programme immer die Funktion G195 einzusetzen.

Zweck

Definieren der Lage relativ zum Programmnullpunkt W und der Abmessungen eines 3D-Grafikfensters, in dem die Werkstückbearbeitung durch grafische Simulation dargestellt werden soll.



3D-Grafikfenster-Definition

Format

N... G98 X... Y... Z... I... J... K... {B...} {B1=...} {B2=...}

Zugehörige Funktionen

G99, G195 bis G199

Parameter

X,Y,Z Anfangskoordinate
I Abmessung parallel zu X
J Abmessung parallel zu Y
K Abmessung parallel zu Z
B Rotation Rundachse hor. (3D)
B1= Rotation Rundachse vert. (3D)
B2= Rotation dritte Rundachse (3D)

Art der Funktion

Nicht modal

Hinweise und Verwendung

GRAFISCHE UNTERSTÜTZUNG

Für die Möglichkeiten der grafischen Unterstützung, sowie deren Anwendung, siehe Anhang GRAFISCHE UNTERSTÜTZUNG am Ende dieser Anleitung.

GRAFIKFENSTER

Das Fenster, d.h. ein begrenzter Bildschirmbereich, ist ein rechteckiger 3D-Raum, dessen Abmessungen durch die Funktion G98 definiert sind. Die Werkstückmaße sind in einem G99-Satz definiert.

Das Fenster wird bei der grafischen Simulation benutzt, ebenso wie bei der Synchrongrafik, bei der die eigentlichen Werkzeugbewegungen an der Maschine simultan am CNC-Bildschirm ablaufen.

STANDARD-FENSTERABMESSUNGEN

Wenn keine 3D-Fensterabmessungen definiert sind, so werden an ihrer Stelle automatisch die Entfernungen der Software-Endschalter als Standardmaße verwendet.

WERKZEUGSYMBOL

Dem Werkzeug im Werkzeugspeicher kann ein Werkzeugsymbol zugeordnet werden. Dazu steht eine Reihe von Symbolen zur Auswahl. Das betreffende Symbol wird bei der Simulation der Werkstückbearbeitung herangezogen.
Für die Auswahl eines Werkzeugsymbols siehe die Bedienungsanleitung (Steuerungshandbuch).

BETRACHTUNGSWINKEL (B, B1=, B2=)

Bei der Simulationsgrafik und der 3D-Liniengrafik läßt sich das Werkstück in gedrehter Lage betrachten. Die einzelnen Winkel, unter denen das gedrehte Werkstück am Bildschirm betrachtet werden kann, werden durch B, B1= und B2= definiert.

	B Drehbewegung um	B1= Drehbewegung um	B2= Drehbewegung um
XY-Ebene (G17)	X-Achse	Y-Achse	Z-Achse
XZ-Ebene (G18)	Z-Achse	X-Achse	Y-Achse
YZ-Ebene (G19)	Y-Achse	Z-Achse	X-Achse

Weitere Methoden zur Auswahl des Betrachtungswinkels sind der Bedienungsanleitung (Steuerungshandbuch) zu entnehmen.

STANDARD-BETRACHTUNGSWINKEL

Wenn keine Betrachtungswinkel programmiert sind, so werden an ihrer Stelle automatisch die folgenden festvorgegebenen Winkel verwendet: B60, B1=30, B2=0

Hinweis: Im Programm muß die Funktion G98 vor der Funktion G99 stehen.

Es empfiehlt sich, bei der Erstellung neuer Programme die Funktion G195 einzusetzen.

Beispiel

```
N9000
N1 G98 X-20 Y20 Z-25 I140 J-90 K85
N2 G99 X-15 Y15 Z-20 I130 J-80 K75
```

Erläuterung:

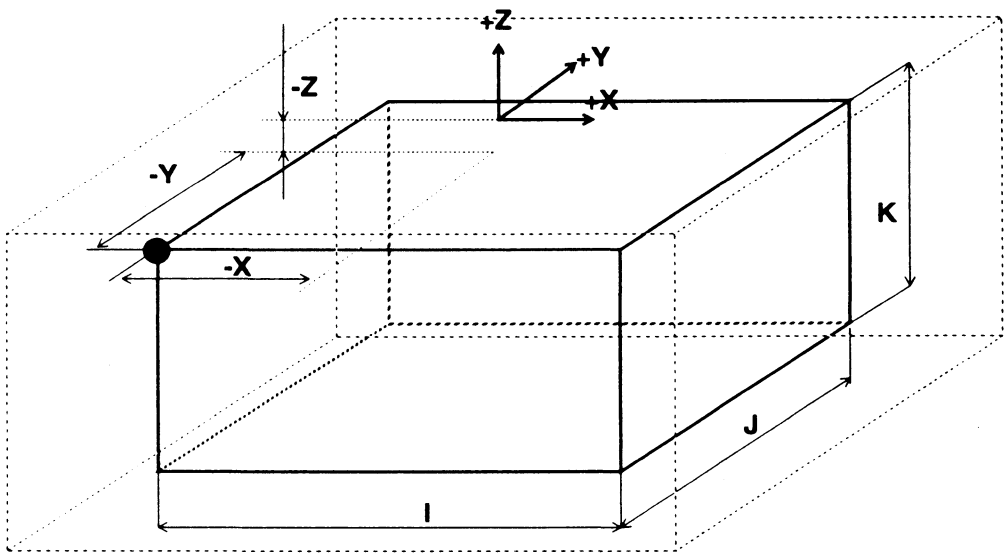
N1 Anfangspunkt und Abmessungen des 3D-Grafikfensters definieren
N2 Rohteil als 3D-Raum definieren

58. Grafik: Material-Definition G99

Zweck

Definieren der Abmessungen eines als Rohteil verwendeten 3D-Raums und der Lage dieses Rohteils bezogen auf den Programmnullpunkt W. Die Abmessungen werden bei der grafischen Simulation des Teileprogrammablaufs benötigt. (Die Funktion wird in Verbindung mit G98 verwendet).

Format



NB8766

N... G99 X... Y... Z... I... J... K...

Zugehörige Funktionen

G98, G196 bis G199

Parameter

X,Y,Z Anfangskoordinate
I Abmessung parallel zu X
J Abmessung parallel zu Y
K Abmessung parallel zu Z

Art der Funktion

Nicht modal

Hinweise und Verwendung

UNREGELMÄßIG WERKSTÜCKFORM

Wenn das Rohteil nicht mit einem bestimmten 3D-Raum definiert werden kann, so sind zum Definieren eines unregelmäßig gestalteten Werkstücks die Funktionen G196 bis G199 einzusetzen.

EINSCHRÄNKUNG

Die Funktion G99 kann jeweils nur einmal im Teileprogramm enthalten sein.

Die Verfügbarkeit der Funktion G99 erlauben es, die für die CNC 3000 entwickelten Teileprogramme auch an der CNC Pilot einzusetzen. Im Unterschied zur CNC 3000 kann an der CNC Pilot jeweils nur eine G99-Funktion im Programm enthalten sein. Für den Fall ein bestimmtes CNC3000-Programm mehr als eine G99-Funktion enthält, muß die Kontur unter Verwendung der Funktionen G196 bis G199 umprogrammiert werden.

Hinweise: Im Programm muß die Funktion G98 vor der Funktion G99 stehen.

Es empfiehlt sich, bei der Erstellung neuer Programme die Funktionen G196 bis G199 einzusetzen.

Beispiel

```
N9000
N1 G98 X-20 Y-20 Z20 I140 J90 K-85
N2 G99 X0 Y0 Z0 I100 J50 K-55
```

Erläuterung:

N1 : Abmessungen des 3D-Grafikfensters definieren
N2 : Rohteil als 3D-Raum definieren

59. 3D-Werkzeugkorrektur G141

Zweck

Erlaubt das Korrigieren der Werkzeugmaße für eine 3D-Werkzeugbahn, die durch ihre Endpunktkoordinaten und normalisierte, senkrecht zur Oberfläche stehende Vektoren in diesen Punkten programmiert ist.

Format

Zum Aktivieren der 3D-Werkzeugkorrektur:
N... G141 {R..} {R1=..}

Zum Programmieren geradliniger Bewegungen:
N... G0/G1 [Endpunktkoordinaten] [I.. J.. K..]

Zum Löschen der 3D-Werkzeugkorrektur:
N... G40

Zugehörige Funktionen

G40 und für die Radiuskorrektur in einer Ebene G41 bis G44

Parameter

Bei G141

R Nominaler Werkzeugradius
R1= Nominaler Werkzeugeckenradius

Die Werte von R.. und R1=.. sollten den nominalen Werkzeugmaßen, wie sie vom **Programmiersystem** zur Berechnung der Werkzeugbahn herangezogen werden, entsprechen. Wenn diese Werte nicht programmiert sind, werden sie automatisch zu Null.

Bei G0/G1

[Endpunktkoordinaten] [I,J,K]

X,Y,Z,U,V,W Lineare Endpunktkoordinaten

I,J,K Achsenkomponenten des normalisierten Vektors

Modalwörter

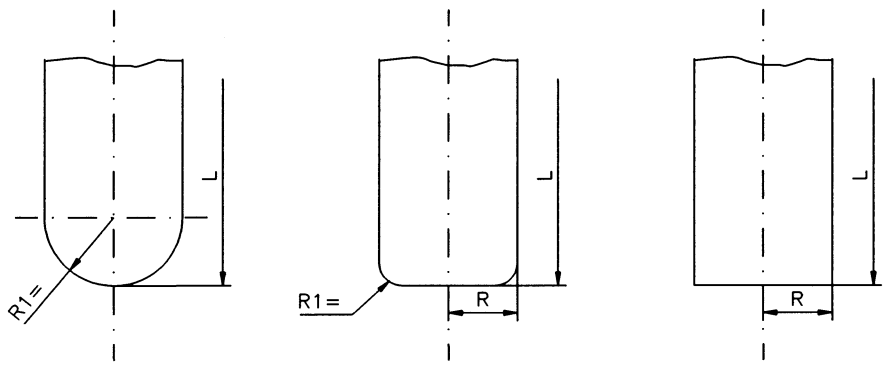
F, S, bestimmte M-Funktionen

Allgemeine Grundlagen

Beim Fräsen einer 3D-Oberfläche wird ein gegebenes Werkzeug nach geradlinigen Bewegungen mit einer bestimmten Toleranz entlang der Oberfläche gefahren.
Die Berechnung der Werkzeugbahn auf einer 3D-Oberfläche erfordert eine Vielzahl von Berechnungen, die üblicherweise von einem NC-Programmiersystem oder einem CAD-System vorgenommen werden.
Die errechnete Werkzeugbahn hängt von der Werkzeugform, den Werkzeugmaßen und der Toleranz auf der Oberfläche ab. Bei der Ausführung des betreffenden Programms muß der eingesetzte Fräser die gleichen Maße aufweisen wie bei den Berechnungen, d.h. es muß ein Nominalfräser verwendet werden.
Falls bei der Bearbeitung der 3D-Oberfläche ein neues Werkzeug benötigt wird, so muß auch dieses Werkzeug die gleichen Maße wie das **Nominalwerkzeug** aufweisen.
Werden Maßabweichungen am Werkstück festgestellt, so muß eine neue Berechnung über das Programmiersystem vorgenommen werden.
Die 3D-Werkzeugkorrektur erlaubt die Anwendung von Werkzeugen, deren Maße abweichen von den Maßen des Nominalfräsers. Die Korrekturen werden mit Hilfe von normalisierten Vektoren vorgenommen, die zusammen mit den Endpunktkoordinaten vom Programmiersystem erzeugt werden.
Desweiteren besteht die Möglichkeit, die Werkstückmaße vom Programmiersystem und die Werkzeugbahn von der CNC aus den normalisierten Vektoren und den Werkzeugmaßen errechnen zu lassen.

Hinweise und Verwendung

MÖGLICHE WERKZEUGE



Bei der G141-Funktion verwendete Werkzeuge

WERKZEUGSPEICHER
Zur Anwendung unterschiedlicher Werkzeugtypen sind nachfolgende Maßangaben in den Werkzeugspeicher zu laden:

Radiusfräser	:	R (Werkzeugradius), L (Werkzeuglänge), C (=Werkzeugradius)
Radius-Schaftfräser	:	R (Werkzeugradius), L (Werkzeuglänge), C= (Rundungsradius)
Schaftfräser	:	R (Werkzeugradius), L (Werkzeuglänge), C0

Wenn kein C-Wert angegeben ist, wird C automatisch zu 0.
Der Standard-Fräser ist somit ein Schaftfräser.

Hinweis: Der Rundungsradius im G141-Satz wird mit dem Wort R1= programmiert. Mit dem C-Wort wird der Rundungsradius in den Werkzeugspeicher abgelegt.

ERZEUGTE WERKZEUGBAHN

Wenn das Programmiersystem die Werkzeugbahn erzeugt, so werden die Maße des Nominalwerkzeuges (R.. und R1=..) im G141-Satz programmiert. Die im Werkzeugspeicher abgelegten Werkzeugmaße werden von der CNC zum Korrigieren der Werkzeugbahn benutzt.

WERKSTÜCKMAßE

Wenn das Programmiersystem die Werkstückmaße erzeugt, so werden die Wörter R.. und R1=.. nicht im G141-Satz programmiert. Die im Werkzeugspeicher abgelegten Werkzeugmaße werden von der CNC zum Errechnen der Werkzeugbahn benutzt.

AKTIVIEREN VON G141

Im ersten Satz nach G141 fährt der Fräser von der aktuellen Werkzeugposition auf die korrigierte Position in diesem Satz.

KOORDINATEN

Es können lediglich absolute oder inkrementale kartesische Maßangaben verwendet werden. Die Koordinaten im ersten G141-Satz müssen absolut sein und werden gemessen vom Programmnullpunkt W.

Anstelle der Achsen X, Y und Z können die parallelen Linearachsen U, V und W (falls vorhanden) verwendet werden.

G90/G91 Zum Programmieren absoluter oder inkrementaler Maßangaben kommen die Funktionen G90 bzw. G91 zur Anwendung. Diese Funktion müssen in gesonderten Sätzen programmiert werden.

SPIEGELN Ist die Funktion Spiegeln (G73 und Achsenkoordinate) wirksam bevor G141 aktiviert wird, so werden während der 3D-Werkzeugkorrektur die gespiegelten Koordinaten verwendet.

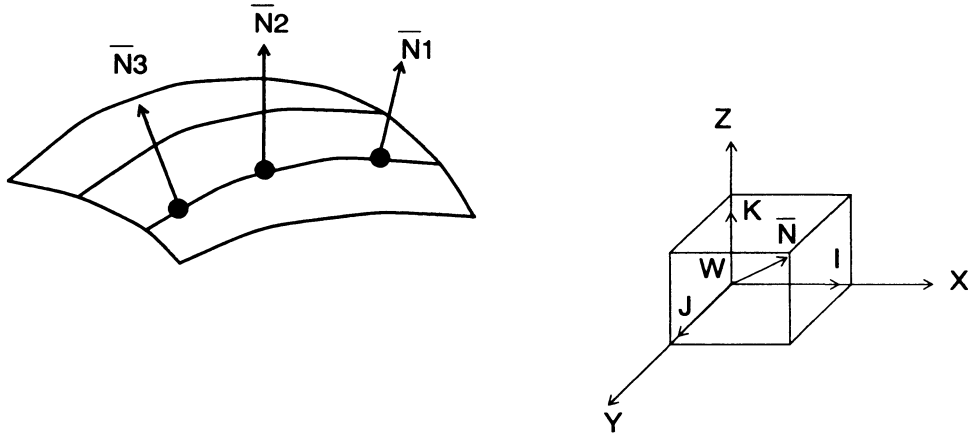
Nach der Aktivierung von G141 ist Spiegeln nach wie vor möglich. Spiegeln wird mit der Funktion G73 aufgehoben.

RADIUSKORREKTUR G41...G44

Nach der Aktivierung eines G141-Satzes wird die wirksame, mit G41...G44 programmierte Radiuskorrektur gelöscht.

BERECHNUNGSMETHODE

Für jeden Endpunkt A muß ein normalisierter Vektor (= ein Vektor senkrecht zur Oberfläche) errechnet werden. Ein normalisierter Vektor ist immer gleich 1. Die Vektorkomponenten in der X, Y und Z-Achse werden mit den I, J und K-Wörtern programmiert.



NB8695a

Die Vektorkomponenten der Achsen sind unabhängig von der ausgewählten Ebene.

Wenn in einem Satz keine Vektorkomponente programmiert ist, so wird der zuletzt programmierte Wert benutzt.

Wenn im ersten Satz keine Komponente programmiert ist, so wird die nicht programmierte Komponente zu Null.

Maßstabfaktor

Das Eingabeformat der I, J und K-Wörter ist auf drei Nachkommastellen begrenzt. Um die Maßgenauigkeit zu steigern können die betreffenden Werte mit einem Maßstabfaktor zwischen 1 und 1000 multipliziert werden. Mit dem Faktor 1000 z.B. wird die Eingabegenauigkeit der Vektorkomponenten auf sechs Nachkommastellen erhöht. Die Multiplikation der Vektorkomponenten muß im CNC-Programmiersystem vorgenommen werden.
Um die richtigen Vektorkomponenten zu erzeugen werden die erforderlichen Änderungen automatisch von der CNC vorgenommen.
Sätze mit unterschiedlichen Maßstabfaktoren können im gleichen Teileprogramm zusammengenommen werden. Jedesmal wenn der Maßstabfaktor geändert wird muß die Funktion G141 vorher programmiert werden.

HINTERSCHNEIDUNGEN

Hinterschneidungen bzw. Kollisionen zwischen Werkzeug und Material an nicht zu bearbeitenden Punkten werden von der CNC nicht erkannt.

LÖSCHEN Die Funktion G141 wird mit G40, M30, Softkey Programm abbrechen oder durch Softkey CNC rücksetzen gelöscht. Der Fräser stoppt an der zuletzt korrigierten Position.

ZU LÖSCHENDE FUNKTIONEN

Bei Betrieb mit G141 müssen die Funktionen G64, Maßstabänderung (G73 A4=..), Achsenrotation (G92/G93 B4=..) und G182 gelöscht werden.

ZULÄSSIGE FUNKTIONEN

G0, G1, G4, G22, G29, G40, G73, G90, G91, G141

G0 : Positionierlogik nicht ausgeführt
G4 : Verweilzeit mit X-Wort programmiert. Weitere Wörter sind nicht erlaubt
G22 : Makroaufruf mit BTR zu verwenden
G29 : Sprungbedingung. E-Parameter muß vor dem G141-Satz oder im G29-Satz gesetzt werden
G73 : Nur Spiegeln

PROGRAMMIEREINSCHRÄNKUNGEN

Nicht erwähnte G-Funktionen dürfen nicht verwendet werden.

Definierte Punkte (P) und E-Parameter dürfen nicht verwendet werden.

Nach Aktivierung von G141 darf kein Alb vorgenommen werden.

BETRIEBSEINSCHRÄNKUNGEN

Bei MDI (Freie Eingabe) und Werkstückdarstellung darf G141 nicht angewendet werden.

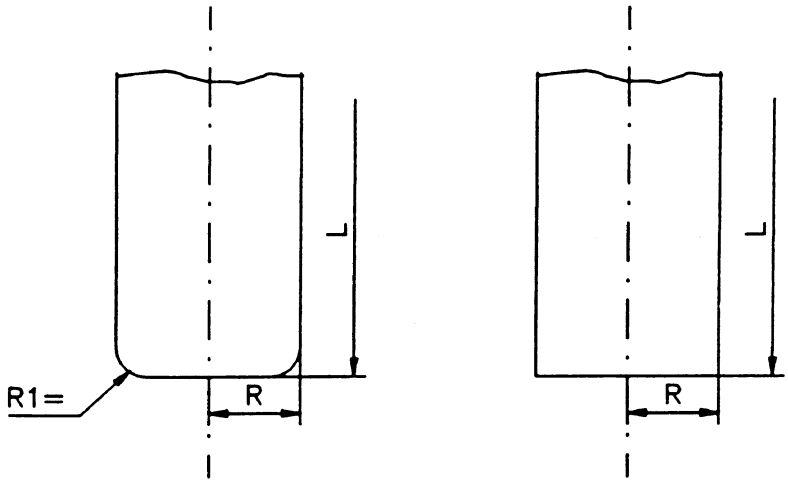
Hinweis: Von der Anwendung der 3D-Werkzeugkorrektur bei Vollflächengrafik-Betrieb ist abzuraten.

ART DER FUNKTION

modal

Hinweise und Verwendung

Wenn die G141-Funktion für die 3D-Werkzeugkorrektur eingesetzt wird, so lassen sich die erforderlichen Maße mit Hilfe nachfolgender Formeln berechnen.



Radiusfräser (R1=R)

Xc = Xp + R*I
Yc = Yp + R*J
Zc = Zp + R*(K-1)

Radius-Schaftfräser (R>R1=)

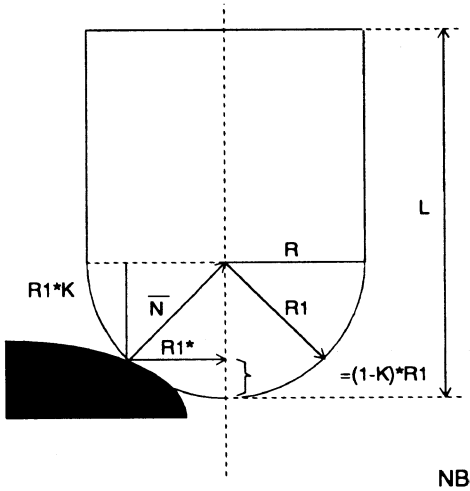
Xc = Xp + C*I + (R-C)*I / SQRT(I*I + J*J)
Yc = Yp + C*J + (R-C)*J / SQRT(I*I + J*J)
Zc = Zp + C*(K-1)

Schaftfräser (R1=0)

Xc = Xp + R*I / SQRT(I*I + J*J)
Yc = Yp + R*J / SQRT(I*I + J*J)
Zc = Zp

R - Fräserradius
R1 - Rundungsradius
Xc,Yc,Zc - korrigierte Endpunkte
Xp,Yp,Zp - programmierte Endpunkte
I,J,K - Achsenkomponenten des normalisierten Vektors N

Obige Formeln gelten, wenn die XY-Ebene wirksam ist. Bei Auswahl der XZ- oder ZY-Ebene werden die erforderlichen Änderungen von der CNC vorgenommen. Die Achsenkomponenten des normalisierten Vektors sind unabhängig von der ausgewählten Ebene.



NB8695a

Beispiel

```
...
N19
N20 G141 R.. R1=.. F..
N21 G1 X.. Y.. Z.. I.. J.. K..  (erster Maßstabfaktor)
.
.
.
N300 G141 R.. R1=.. F..
N301 G1 X.. Y.. Z.. I.. J.. K..     (zweiter Maßstabfaktor)
.
.
N2400 G141 R.. R1=.. F..
N2401 G1 X.. Y.. Z.. I.. J.. K..    (dritter Maßstabfaktor)
.
.
```

Erläuterung:

R.. R1=.. : Der verwendete Radius für das Berechnen von Positionen und Vektoren auf einem CAD-System.
Die Ausführung findet statt mit dem aktuellem Radius aus der Werkzeugtabelle.

X.. Y.. Z.. : Endpunktkoordinaten

I.. J.. K.. : Die Achsenkomponenten des normalisierten Vektors, multipliziert mit einem Maßstabfaktor

60. Lineare Meßbewegung G145

Zweck

Ausführen einer freiprogrammierbaren linearen Meßbewegung, zur Ermittlung von Achsenpositionen in Meßzyklus-Makros.

Format

N... G145 [zu messender Punkt] [(Achsenadresse) 7=...] E... {F2=...} {K...} {L...}

Zugehörige Funktionen

G148, G149, G150, G45, G46
M24, M26, M27, M28, M29
Zu messender Punkt
Wortweise Absolut-/Inkremental-Programmierung (X90=.., X91=..)

Parameter

X,Y,Z Endpunktkoordinate
A,B,C Endwinkel
B1= Winkel
B2= Polarwinkel
L1= Streckenlänge
L2= Polarlänge
P,P1= Punktedefinitionsnummer

(Achsenadresse) 7=

X7= E-Parameter für Meßwert in X
Y7= E-Parameter für Meßwert in Y
Z7= E-Parameter für Meßwert in Z
A7= E-Parameter für Meßwert in A
B7= E-Parameter für Meßwert in B
C7= E-Parameter für Meßwert in C

Messung

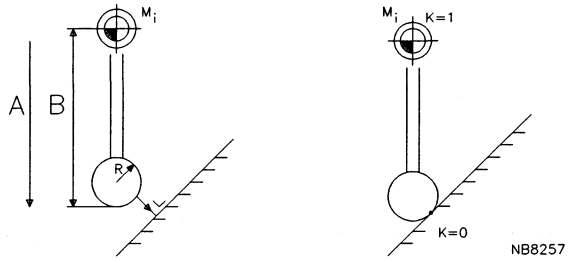
K K0:Werkzeugkorrektur ein / K1:aus
L 0:Messen bei Berühr.,1:beim Lösen
E E-Parameter für Meßstatus
F2= Meßvorschub

Wortweise Absolut-/Inkremental-Programmierung (X90=.., X91=..)

X90=,Y90=,Z90= Endpunkt absolut
A90=,B90=,C90= Endwinkel absolut
X91=,Y91=,Z91= Endpunkt inkremental
A91=,B91=,C91= Endwinkel inkremental

Hinweise und Verwendung

AUSGLEICH FÜR MEßTASTERMAßE (K)



A: Werkzeugachse
B: Werkzeuglänge

K0: Werkzeugkorrektur ein. Meßpositionen werden auf Werkzeuglänge und Werkzeugradius hin korrigiert. Meßpositionen in Rotationsachsen werden nicht auf Werkzeugdaten hin korrigiert.
K1: Werkzeugkorrektur aus. Meßpositionen werden nicht korrigiert. Wenn K nicht programmiert ist, so wird automatisch K0 wirksam.

Wenn die Meßpositionen auf Meßtastermaße hin korrigiert werden, so gelten folgende Annahmen:

- Der Meßtaster ist parallel zur Werkzeugachse angeordnet
- Der Meßtaster ist vollkommen rund
- Der Meßtasterbewegung erfolgt senkrecht zu der zu messenden Oberfläche

MEßBEDINGUNGEN (L)

L0 : Messen durch Berühren
L1 : Messen durch Lösen von der Meßfläche (siehe Beispiel).
Wenn L nicht programmiert ist, so wird automatisch L0 verwendet.

SPEICHERN DES MEßWERTES [(Achsenadresse)7=]

Mit diesem Wort wird die Nummer des E-Parameters angegeben, in dem die gemessene Achsenposition gespeichert wird; X7=2 z.B. gibt an, daß der Meßwert in der X-Achse in Parameter E2 gespeichert wird. X7=E1 (E1=5) bedeutet, daß der Meßwert in E5 gespeichert wird.

MEßTASTERSTATUS (E)

Nach Ausführung eines G145-Satzes kann der Meßtaster einen von drei Statuses annehmen. Der zugeordnete E-Parameter kann daher einen der folgenden Werte aufweisen:

E... = 0: die programmierte Position wurde erreicht, es wurde jedoch kein Meßpunkt ermittelt. Die zugeordneten E-Parameter mit den Meßdaten bleiben unverändert.
E... = 1: es wurde während der Meßbewegung ein Meßpunkt ermittelt. Die Meßposition in den Achsen wurde in den E-Parametern gespeichert.
E... = 2: der G145-Satz wurde während Satzsuchlauf, Testlauf oder Demobetrieb ausgeführt.

MEßVORSCHUB (F2=)
Wenn F2= nicht programmiert ist, so wird automatisch die als Maschinenkonstante (MC843) gespeicherte Standardvorgabe verwendet.

Hinweis: Wenn eine Funktion für die Spindeldrehrichtung eingegeben wird (M3 oder M4), so wird diese Funktion unterdrückt und es erfolgt eine Fehlermeldung. Bei Betrieb mit G182 darf die Funktion G45 nicht verwendet werden.

SATZSUCHLAUF
Während des Satzsuchlaufs wird die Meßbewegung simuliert. Die E-Parameter in denen die Meßkoordinaten normalerweise gespeichert werden, bleiben unverändert. Die vom Meßtaster kommenden Signale werden ignoriert.

DEMO Im Demo-Betrieb erfolgt eine Bewegung zur programmierten Position. Die programmierten Koordinaten werden in den E-Parametern gespeichert. Die vom Meßtaster kommenden Signale werden ignoriert.

TESTLAUF Während des Testlaufs erfolgt die Meßbewegung mit Testvorschub (über Maschinenkonstante (MC741) vorgegeben) oder die Bewegung wird simuliert, wenn der Testlauf ohne Bewegungen ausgeführt wird. Die programmierten Koordinaten werden in den E-Parametern gespeichert. Wenn der Meßtaster während einer Bewegung getriggert wird, so wird die Bewegung abgebrochen und es erfolgt eine Fehlermeldung.

GRAFIK Im Grafik-Betrieb werden die Meßbewegungen simuliert. Die programmierten Koordinaten werden in den E-Parametern gespeichert. Die vom Meßtaster kommenden Signale werden ignoriert.

Hinweis: In allen erwähnten Betriebsarten wird dem E-Parameter für den Meßtasterstatus der Wert 2 zugeordnet. Indem dieser Parameter in den Meßmakros geprüft wird, läßt sich die Verwendung von Parametern ohne Meßdaten vermeiden.

UNTERBRECHUNG
Während Unterbrechung wird die G145-Bewegung als eine G1-Bewegung verarbeitet. Der Meßtasterstatus sollte zwischen dem Anfangspunkt der Meßbewegung und dem Unterbrechungspunkt nicht geändert werden, anderenfalls erfolgt eine Fehlermeldung. Eine Fehlermeldung erfolgt ebenfalls, wenn der Taster beim Wiederanfahren getriggert wird.

ART DER FUNKTION:
nicht modal

Beispiele

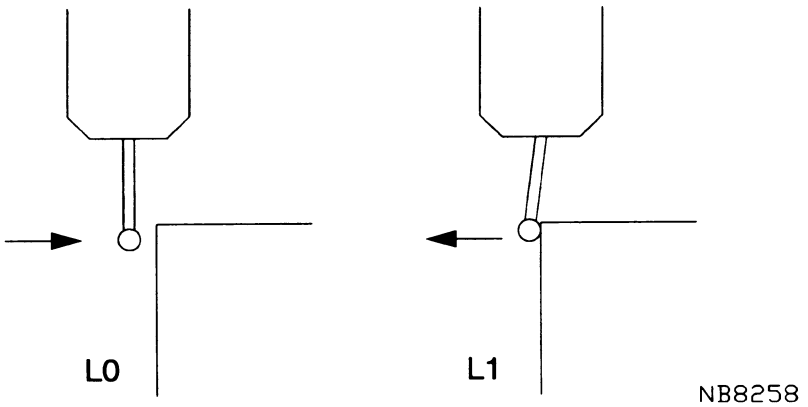
BEISPIEL 1:

```
N90 G0 X25 Y18
N95 M27
N100 G145 X35 Y28 E12 F2=100 X7=25 Y7=26
N105 M28
```

Erläuterung:

N90 : Startposition für Meßbewegung
N95 : Einmalig Meßtaster aktivieren
N100 : Den Punkt X35, Y28 prüfen und das Ergebnis der X- und Y-Achse in E-Parameter 25 bzw. 26 speichern. Der Zahlenwert für den Meßtasterstatus wird in E-Parameter 12 gespeichert. Mit F2=100 wird der Meßvorschub mit 100 mm/min festgelegt.
N105 : Meßtaster ausschalten

Hinweis zur Programmierung mit L1



Es müssen zwei aufeinanderfolgende G145-Sätze programmiert werden.

```
:
N21 G0 X35
N22 G28 I3=1
N23 G145 L0 X55 F2=2000
N24 G29 E0 E0=E7<1 N=26
N25 G145 L1 X45 X7=13 F2=500
N26
```

Erläuterung:

N21 : Startposition für Meßbewegung
N22 : Es ist ratsam die Positionierfunktion zu programmieren, damit die Schaltpunktposition unbedingt erreicht wird.
N23 : Es wird mit hohem Vorschub zur Meßfläche gefahren. L0 muß programmiert werden.
N24 : Sprung, wenn Meßschaltpunkt nicht erreicht ist
N25 : Der Meßtaster mißt den programmierten Punkt beim Wegfahren von der Meßfläche. Die gemessene X-Koordinate wird in Parameter 13 gespeichert.

BEISPIEL 2 : Messen der Werkzeuglänge an einer Meßdose

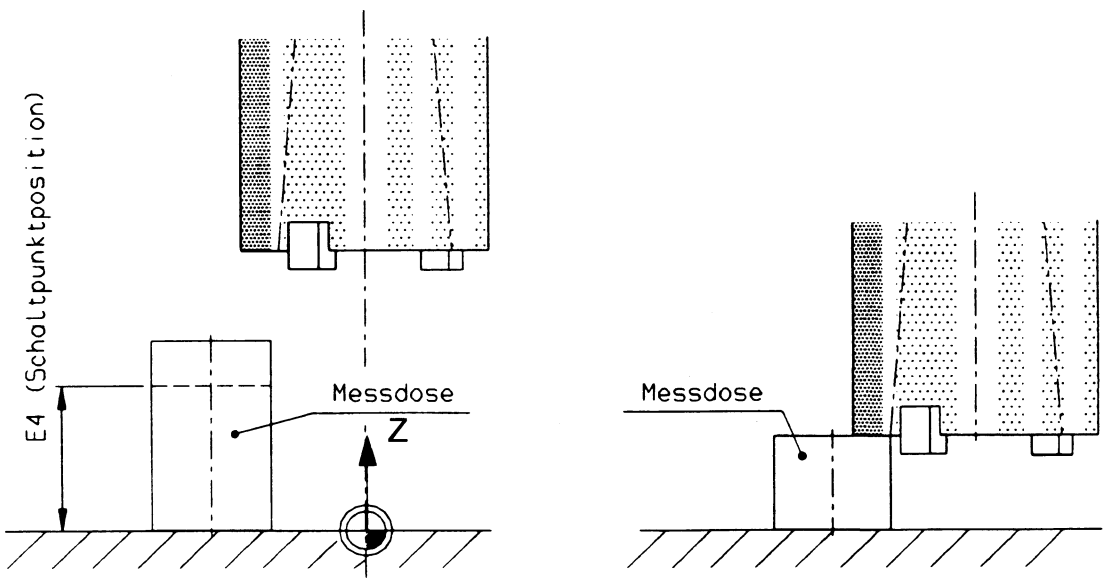
Zum Messen der Werkzeuglänge an einer Meßdose genügen zwei Makros und ein Programm.
Mit dem ersten Makro (N14501) wird die Schaltpunktposition der Meßdose ermittelt.
Mit dem zweiten Makro (N14502) wird die eigentliche Längenmessung vorgenommen.
Im Programm (N14503) werden die erforderlichen Parameter gesetzt und die beiden Makros aufgerufen.

Anmerkungen:
1. Den Maschinenunterlagen ist zu entnehmen, ob der Einsatz einer Meßdose möglich ist und mit welchen M-Funktionen die Meßdose in einer bestimmten Anlage ein- und ausgeschaltet wird.
2. Das Programm und die Makros dienen zum Illustrieren der Möglichkeiten der Meßzyklen und E-Parameter. Die Makros lassen sich auf einfache Weise an die spezifischen Kundenanforderungen anpassen.

Verwendete Parameter

E0		: E-Parameter für Sprungfunktion
E1		: X-Koordinate der Meßdose
E2		: Y-Koordinate der Meßdose
E3		: Z-Koordinate des Spindelbezugspunktes
E4		: Z-Koordinate der Schaltpunktposition der Meßdose
E5	=0	: Schaltpunktposition nicht ermittelt
	=1	: Schaltpunktposition bereits ermittelt
E7	=0	: In Makro N14501 kein Fehler erkannt
	=1	: In Makro N14501 ein Fehler erkannt
E8		: Werkzeugnummer bzw. Werkzeugkennummer
E10		: Gemessene Z-Koordinate

Makro zum Ermitteln der Schaltpunktposition der Meßdose



```
N14501 (Macro Schaltpunktposition der Meßdose)
N1 T0 M6
N2 M24
N3 G0 X0 Y0 Z150
N4 G28 I3=1
N5 G145 Z20 L0 E7 F2=2000
N6 G29 E0=E7<1 E0 N=10
N7 G145 Z150 L1 E7 F2=200 Z7=4
N8 G0 Z150
N9 G29 E0 E0=1 N=12
N10 M0
N11 (KEINE SCHALTPUNKTPOSITION ERMITTELT)
N12
```

Erläuterung:

N1 : Werkzeug aus der Spindel herauswechseln
N2 : Meßdose mit M24 aktivieren
N3 : Spindelnase über die Meßdose fahren
N4 : Verfahrbewegungen mit Vorschub, wobei die programmierten Positionen genau erreicht werden
N5 : Meßbewegung in der Z-Achse (= Werkzeugachse). Die Z-Position wird so gewählt, daß die Meßdose sicher erreicht wird. Messung erfolgt beim Berühren (L0).
N6 : Prüfen, ob die Meßdose erreicht wurde (E7=1!)
N7 : Meßbewegung. Messen beim Wegfahren. Die Schaltpunktposition wird ermittelt. Meßposition speichern in E4.
N8 : Spindel zurückziehen
N9 : Sprung zum Makro-Ende
N10 : Programm-Halt
N11 : Meldung, daß keine Schaltpunktposition ermittelt wurde.

Makro zum Messen der Werkzeuglänge

```
N14502 (Macro Längenmessung)
N1 T=E8 M6
N2 G0 X=E1 Y=E2 Z=E3
N3 G145 Z=(E4-20) L0 E7 F2=2000
N4 G29 E0=E7<1 E0 N=10
N5 G145 Z=E3 L1 E7 Z7=10 F2=200
N6 G29 E0=E7<1 E0 N=10
N7 G0 Z=E3
N8 G150 T=E8 L1=E10-E4
N9 G29 E0 E0=1 N=12
N10 M0
N11 (LÄNGENMESSUNG ERFOLGLOS)
N12
```

Erläuterung:

N1 : Zu messendes Werkzeug einwechseln
N2 : Werkzeug über die Meßdose fahren
N3 : Meßbewegung in der Z-Achse (= Werkzeugachse). Es wird eine Z-Position über die Schaltpunktposition hinaus gewählt, um sicherzustellen, daß die Meßdose erreicht wird. Messung erfolgt beim Berühren (L0).
N4 : Prüfen, ob die Meßdose erreicht wurde (E7=1!)
N5 : Meßbewegung. Messen beim Wegfahren. Die Werkzeuglänge wird ermittelt (E10).
N6 : Prüfen, ob eine Messung ausgeführt wurde (E7=1!)
N7 : Werkzeug zurückziehen
N8 : Länge des aktuellen Werkzeugs im Werkzeugspeicher korrigieren.
N9 : Sprung zum Makro-Ende
N10 : Programm-Halt
N11 : Meldung, daß keine Werkzeuglänge gemessen wurde

Programm zum Messen der Werkzeuglänge an einer Meßdose

Bei der erstmaligen Verwendung dieses Programms sollte der Bediener:
- die Spindelnase über die Meßdose fahren,
- den Nullpunkt über "Istwert setzen" festlegen,
- die Parameter E5=0 und E8 eingeben.

Sollen mehrere Werkzeuge gemessen werden, so muß Parameter E5=1 gesetzt und Parameter E8 (Werkzeugnummer) eingegeben werden.

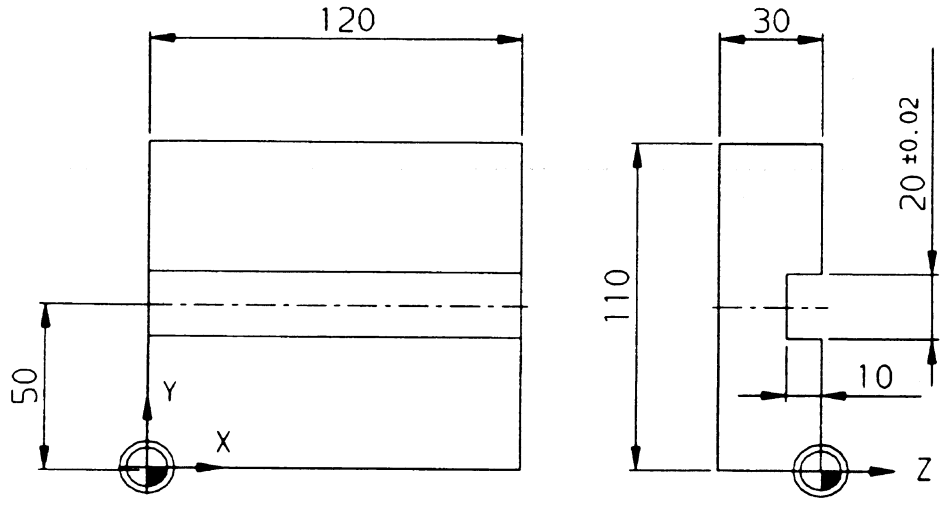
```
N14503 E8=.. (WERKZEUGNUMMER)
N1 E5=0 (=0 SCHALTPUNKT ERMITTELN =1 KEIN SCHALTPUNKT)
N2 G17
N3 G54
N4 G29 E5 K0 N=8
N5 G22 N=14501
N6 G29 E0 E0=E7<1 N=9
N7 E1=0 E2=0 E3=350
N8 G22 N=14502
N9 M28
N10 T0 M6
N11 G53
N12 M30
```

Erläuterung

N14503
- N1 : Parameter E5 und E8 setzen
- N2 : XY-Ebene als Bearbeitungsebene festlegen
- N3 : Den über "Istwert setzen" ermittelten Nullpunkt aktivieren
- N4 : Prüfen, ob die Schaltpunktposition ermittelt werden muß (E5=0) oder nicht
- N5 : Makro N=14501 aufrufen, um die Schaltpunktposition der Meßdose zu ermitteln
- N6 : Prüfen, ob im Makro N14501 (E7=1) ein Fehler erkannt wurde; wenn ja, den nächsten Makroaufruf ignorieren
- N7 : Koordinaten der Meßdose in den Parameter eintragen
- N8 : Makro N14502 aufrufen, um eine Werkzeuglänge zu messen
- N9 : Meßdose mit der Funktion M28 ausschalten
- N10 : Werkzeug aus der Spindel herauswechseln
- N11 : Nullpunktverschiebung löschen
- N12 : Programmende

BEISPIEL 3 : Fräsen und Messen einer Nut

Es soll eine Nut gefräst und ihre Breite gemessen werden. Sollte die Nutbreite zu klein sein, muß der Fräserradius korrigiert und die Nut nachbearbeitet werden.




```
N14504 (FRÄSEN UND MESSEN EINER NUT)
N1 G17
N2 G54
N3 E15=20.02 (MAXIMALE NUTBREITE)
N4 E16=19.98 (MINIMALE NUTBREITE)
N5 E3=(E15+E16):2
N6 T1 M6 (FRÄSER d=18 mm)
N7 G0 X-25 Y50 Z-10 F400 S1000 M3
N8 G1 X140
N9 G43
N10 G1 Y60
N11 G41
N12 X-25
N13 Y40
N14 X140
N15 G40
N16 Y50
N17 G0 Z50 M5
N18 G149 T0 E30
N19 T30 M6 (MEßTASTER)
N20 D207 M19 (D Adresse Optional)
N21 M27
N22 G0 X60 Y50 Z-8
N23 M29
N24 G145 Y65 E10 Y7=1 F2=500
N25 G0 Y50
N26 G29 E11=E10=0 E11 N=30
N27 M29
N28 G145 Y35 E10 Y7=2 F2=500
N29 G0 Y50
N30 M28
N31 G29 E11=E10=0 E11 N=41
N32 E5=E1-E2
N33 E6=(E5-E3):2
N34 G29 E20=E5>E15 E20 N=44
```

```
N35 G29 E20=E5>E16 E20 N=46
N36 G149 T=E30 R1=4
N37 G150 T=E30 R1=E4+E6
N38 T1 M6 (FRÄSER d=18 mm)
N39 G0 X140 Y50 Z-10 F400 S1000 M3
N40 G29 E20 E20=1 N=9
N41 M0
N42 (MEßTASTER ERHIELT KEINEN MEßKONTAKT,KEINE MESSUNG AUSGEFÜHRT)
N43 G29 E20 E20=1 N=46
N44 M0
N45 (NUTBREITE IST ZU GROSS)
N46 M30
```

Erläuterung:

N1 : Bearbeitungsebene festlegen
N2 : Gespeicherte Nullpunktverschiebung aktivieren
N3 : Maximale Nutbreite eingeben
N4 : Minimale Nutbreite eingeben
N5 : Nutbreite mit der mittleren Toleranz errechnen
N6 : Werkzeug 1 (ein Fräser d=18 mm) einwechseln
N7 : Spindel einschalten und Werkzeug auf Ausgangsposition fahren
N8 : Durch die Nutmitte fräsen
N9-N14 : Nutkanten fräsen
N15 : Radiuskorrektur löschen
N16 : Werkzeug auf die Nutmitte fahren
N17 : Werkzeug zurückziehen und Spindel stillsetzen
N18 : Nummer des aktuellen Werkzeugs ablesen
N19 : Meßtaster einwechseln
N20 : Meßtaster in eine orientierte Lage bringen. Die Notwendigkeit dieser Einstellung ist maschinenabhängig
N21 : Meßtaster aktivieren
N22 : Meßtaster auf Nutmitte und auf Tiefe fahren
N23 : Blasluft einschalten. Die entsprechende M-Funktion ist maschinenbedingt
N24 : Obere Kante der Nut messen. Meßwert in der Y-Achse in E1 eintragen. Meßtasterstatus in E10 eintragen.
N25 : Werkzeug wieder auf die Nutmitte fahren
N26 : Prüfen, ob eine Messung ausgeführt wurde. E10=0 bedeutet keine Messung. Sprung zu N29, zum Ausschalten des Meßtasters und zur Anzeige einer Fehlermeldung.
N27 : Blasluft einschalten
N28 : Untere Kante der Nut messen. Meßwert in der Y-Achse in E2 eintragen. Meßtasterstatus in E10 eintragen.
N29 : Werkzeug wieder auf die Nutmitte fahren
N30 : Meßtaster ausschalten
N31 : Prüfen, ob eine Messung ausgeführt wurde. E10=0 bedeutet keine Messung. Sprung zu N41, zur Anzeige einer Fehlermeldung
N32 : Aktuelle Nutbreite aus den gemessenen Y-Positionen errechnen
N33 : Differenz zwischen der programmierten und der gemessenen Breite errechnen. Die Differenz ist auf den Werkzeugradius bezogen.
N34 : Prüfen, ob die gemessene Werkzeugbreite (E5) größer ist als die maximal zulässige Breite (E15). Wenn ja, Sprung zu N44, zur Anzeige einer Fehlermeldung.
N35 : Maximal zulässige Breite nicht überschritten.
Prüfen, ob die gemessene Breite (E5) größer ist als die minimal zulässige Breite.
Wenn ja, ist die Nut fertig. Sprung zum Programmende (N46).
N36 : Die gemessene Breite ist kleiner als die minimal zulässige Breite. In diesem Fall wird der Werkzeugradius im Werkzeugspeicher korrigiert. Die Nutkanten werden mit dem korrigierten Werkzeugradius nachbearbeitet.
Werkzeugradius im Werkzeugspeicher abfragen und in den Parameter E4 eintragen

N37 : Korrigierten Werkzeugradius im Werkzeugspeicher ablegen.
N38 : Fräser wird nochmals eingewechselt
N39 : Spindel einschalten und Werkzeug auf Ausgangsposition fahren
N40 : Sprung nach Satz 9 zum Schlichten der Nut und Wiederholung der Messung.
N41 : Programm-Halt
N42 : Anzeige eines Fehlertextes
N43 : Bei Fortsetzung der Programmausführung erfolgt ein Sprung zum Programmende
N44 : Programm-Halt
N45 : Anzeige eines Fehlertextes
N46 : Programmende

BEISPIEL 4: Ausrichten eines auf einen Rundtisch gespannten Werkstücks

Zum Ausrichten eines auf einen um die Z-Achse drehenden Rundtisch gespannten Werkstücks genügt die Messung von zwei Punkten in X oder Y.

Der Winkel der das Werkstück mit der X-Achse bildet, wird automatisch von der CNC berechnet und kann zum Drehen des Tisches herangezogen werden, um das Werkstück in eine Lage parallel zur X-Achse zu bringen.

Wenn das Werkstück am Anfang einen Winkel mit der X-Achse bildet, so kann dieser Winkel mit dem Wort C mitprogrammiert werden.

Wenn C nicht programmiert ist, so wird an seiner Stelle automatisch C0 verwendet.

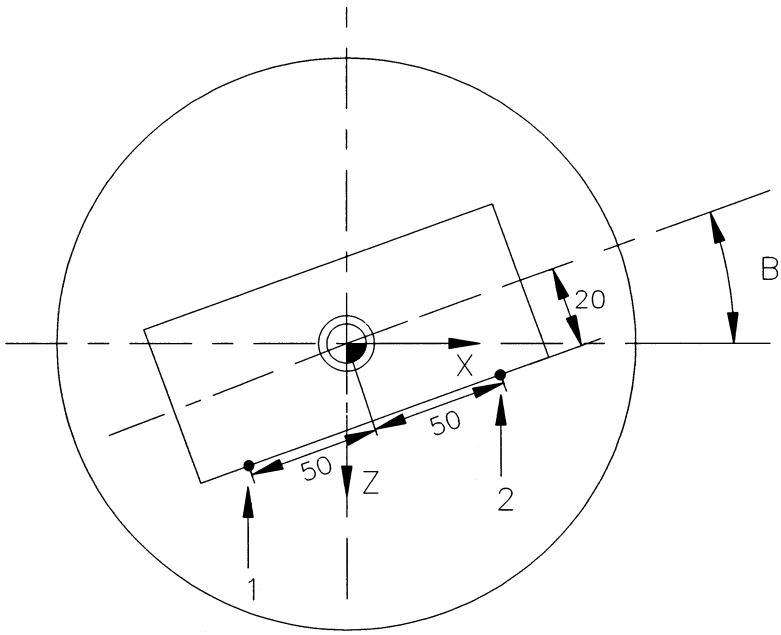
Hinweis:

Diese Funktion kann nur verwendet werden wenn:

1. der Rundtisch in der XY-Ebene liegt, das Werkstück um die Z-Achse (C-Achse) gedreht wird und sich der Meßtaster in der Z-Richtung befindet.

2. die Messungen in der Y-Richtung vorgenommen werden.

Ein auf einen Rundtisch gespanntes Werkstück soll parallel zur X-Achse ausgerichtet werden. Mit Hilfe eines Meßtasters werden zwei Punkte auf dem Werkstück gemessen, wonach der Rundtisch entsprechend der errechneten Winkellage verstellt wird.



NB9804

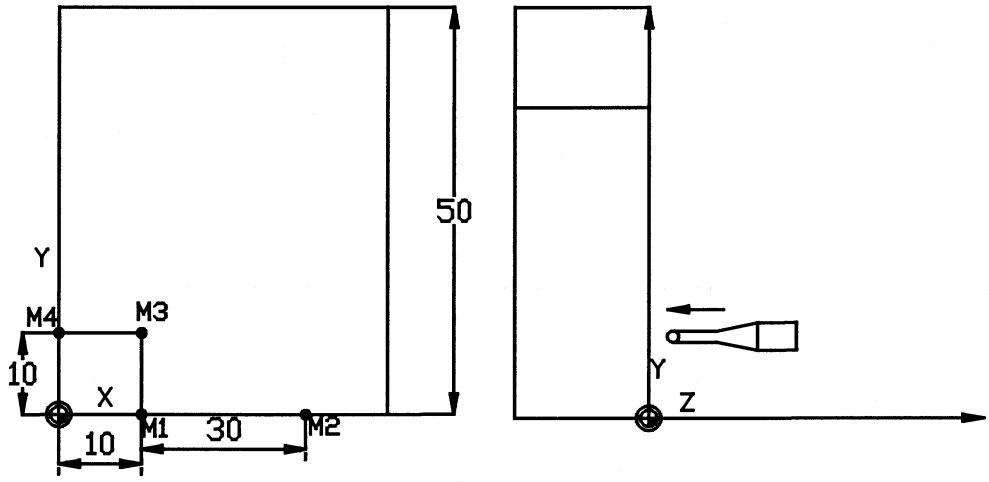
```
N50003
N1 G17
N2 G54
N3 T1 M6
N4 G0 X-50 Y-30 Z100 C0
N5 G1 Z0
N6 M27
N7 G145 X-50 Y-20 X7=11 Y7=12
```

```
N8 G0 Y-30
N9 G0 X50
N10 G145 X50 Y-20 X7=21 Y7=22
N11 G0 Y-30
N12 M28
N13 G0 Z100
N14 E30=(E12-E22)
N15 E31=(E21-E11)
N16 E32=(E30:E31)
N17 E33=atan(E32)
N18 G150 C7=E33 N1=54
N19 G54
N20 G0 C0
N21 M30
```

Erläuterung:

N1 : Bearbeitungsebene festlegen
N2 : Nullpunkt setzen
N3 : Meßtaster einwechseln
N4 : Positionierung vor Meßpunkt 1
N5 : Auf Tiefe gehen
N6 : Meßtaster aktivieren
N7 : Punkt 1 in Richtung Y messen (X in E11, Y in E12)
N8 : Werkzeug zurückziehen
N9 : Positionierung vor Meßpunkt 2
N10 : Punkt 2 in Richtung Y messen (X in E21, Y in E22)
N11 : Werkzeug zurückziehen
N12 : Meßtaster ausschalten
N13 : Werkzeug nach oben zurückziehen
N14 : Differenz (E30) in Y-Richtung berechnen
N15 : Differenz (E31) in X-Richtung berechnen
N16 : Quotient (E32) berechnen
N17 : ARCTAN (E33) berechnen
N18 : Nullpunktverschiebungswert in der C-Achse um den errechneten Winkel korrigieren
N19 : Nullpunkt setzen
N20 : Rundtisch auf C0 drehen
N21 : Programmende

BEISPIEL 5 : Ermitteln des Nullpunktes



Der Meßtaster befindet sich in der Z-Achse. Das Werkstück ist auf einen um die Z-Achse drehenden Rundtisch gespannt. Es werden fünf Punkte (M1 bis M5) auf dem Werkstück gemessen: M1 und M2 dienen der Winkelbewegung, M3 und M5 der Vermessung der Achspositionen.

Der Programmteil zur Ermittlung des Nullpunktes könnte so aussehen:

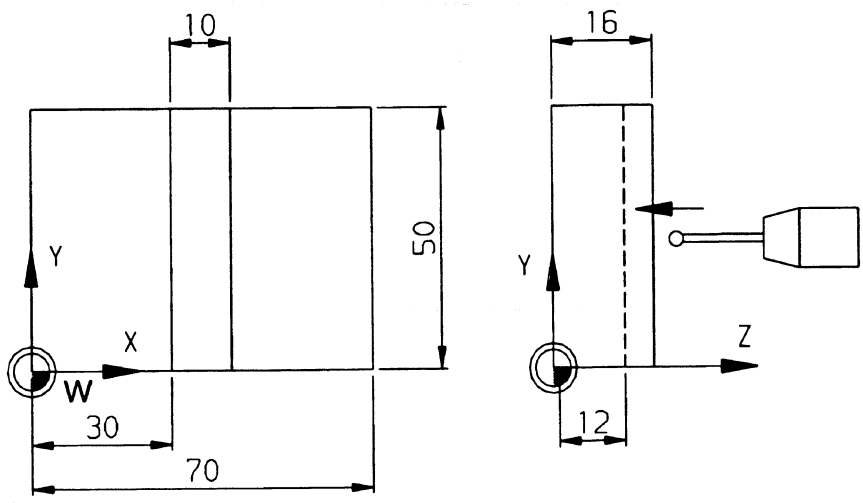
```
N50004
N1 G54
N2 G17
N3 T1 M6 (Meßtaster)
N4 G0 X10 Y-10 Z70 C0 F1000
N5 G1 Z-5
N6 M27
N7 G145 X10 Y0 X7=11 Y7=12
N8 G0 Y-10
N9 G0 X50
N10 G145 X50 Y0 X7=21 Y7=22
N11 G0 Y-10
N12 G0 Z70
N13 E30=(E12-E22)
N14 E31=(E21-E11)
N15 E32=(E30:E31)
N16 E33=atan(E32)
N17 G150 C7=E33 N1=54
N18 G54
N19 G0 C0
N20 G0 X10 Y10 Z10
N21 G145 X10 Y10 Z0 Z7=3
N22 G0 Z10
N23 G0 X-10 Y10
N24 G1 Z-5
N25 G145 X0 Y10 Z-5 X7=1
N26 G0 X-10
N27 G0 Z10
N28 G0 X10 Y-10
N29 G1 Z-5
N30 G145 X10 Y0 Z-5 Y7=2
N31 G0 Y-10
N32 G0 Z50
```

```
N33 G150 X7=E1 Y7=E2 Z7=E3 N1=54
N34 G54
N35 M28
:
```

Erläuterung:

N1 : Nullpunkt setzen
N2 : XZ-Ebene als Bearbeitungsebene festlegen
N3 : Meßtaster einwechseln
N4 : Auf die programmierte Position fahren
N5 : Auf Tiefe gehen vor Meßpunkt 1
N6 : Meßtaster aktivieren
N7 : Punkt M1 messen (X in E11, Y in E12)
N8 : Meßtaster zurückziehen, um eine Kollision zu vermeiden
N9 : Auf Position vor Meßpunkt 2 fahren
N10 : Punkt M2 messen (X in E21, Y in E22)
N11 : Meßtaster zurückziehen, um eine Kollision zu vermeiden
N12 : Meßtaster zurückziehen, um eine Kollision zu vermeiden
N13 : Differenz (E30) in Y Richtung berechnen
N14 : Differenz (E31) in X Richtung berechnen
N15 : Quotient (E32) berechnen
N16 : ARCTAN (E33) berechnen
N17 : Nullpunktverschiebungswert in der C-Achse um den errechneten Winkel korrigieren
N18 : Nullpunkt setzen
N19 : Rundtisch auf C0 drehen
N20 : Auf Position vor Meßpunkt 3 fahren
N21 : Punkt M3 messen, um die Position in der Werkzeugachse zu ermitteln (Z in E3)
N22 : Meßtaster zurückziehen, um eine Kollision zu vermeiden
N23 : Auf Position vor Meßpunkt 4 fahren
N24 : Auf Tiefe vor Meßpunkt 4 gehen
N25 : Punkt M4 messen, um die Position in der X-Achse zu ermitteln (X in E1)
N26 : Meßtaster zurückziehen, um eine Kollision zu vermeiden
N27 : Auf Position vor Meßpunkt 1 fahren
N28 : Auf Tiefe vor Meßpunkt 1 gehen
N29 : Punkt M1 messen, um die Position in der Y-Achse zu ermitteln (Y in E2)
N30 : Meßtaster zurückziehen, um eine Kollision zu vermeiden
N31 : Nullpunktverschiebungswerte in der X-, Y- und Z-Achse korrigieren
N32 : Korrigierten Nullpunkt setzen
N33 : Meßtaster ausschalten

BEISPIEL 5: Korrigieren der Werkzeuglänge



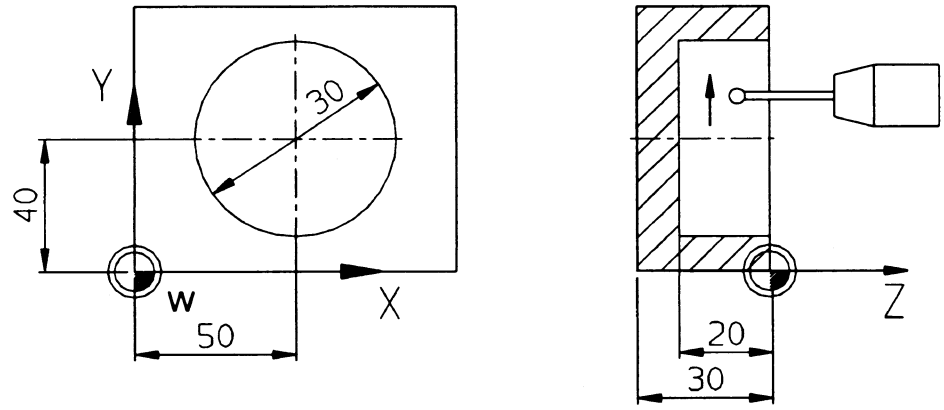
Eine Nut soll gefräst, die Nuttiefe gemessen und die Werkzeuglänge korrigiert werden.

```
N90005
N1 G17
N2 T1 M6 (Fräser R5)
N3 G0 X35 Y60 Z12 S1000 M3
N4 G1 Y-10 F200
N5 G0 Z200 M5
N6 T2 M6 (Meßtaster)
N7 G0 X35 Y25 Z20
N8 M27
N9 G145 X35 Y25 Z12 Z7=1
N10 G149 T1 L1=2
N11 G150 T1 L1=E2-E1+12
N12 M28
N13 Z200 M30
```

Erläuterung:

N1 : XY-Ebene als Bearbeitungsebene festlegen
N2 : Fräser (d=10 mm) einwechseln
N3 : Spindel einschalten und Fräser auf den Anfangspunkt der Nut fahren
N4 : Nut fräsen
N5 : Werkzeug zurückziehen und Spindel stillsetzen
N6 : Meßtaster einwechseln
N7 : Anfangspunkt für Messung Anfahren
N8 : Meßtaster aktivieren
N9 : Punkt in der negativen Richtung der Werkzeugachse messen (Z Höhe in E1)
N10 : Werkzeuglänge von T1 auslesen und speichern in E2
N11 : Die Länge von Werkzeug 1 wird in Abhängigkeit der errechneten Differenz in der Z-Achse korrigiert.
N12 : Meßtaster ausschalten
N13 : Meßtaster zurückziehen und Programmende.

BEISPIEL 6 : Fräsen und Messen einer Bohrung



Eine Bohrung soll gefräst und mit dem Meßtaster gemessen werden. Der Bohrungsradius wird auf Einhaltung der geforderten Maßtoleranz geprüft. Bei zu kleinem Radius wird die Bohrung nachbearbeitet, bei zu grobem Radius wird das Werkstück zurückgewiesen und eine Fehlermeldung angezeigt.

Das betreffende Teileprogramm könnte so aussehen:

```
N50006
N1 G54
N2 G17
N3 T1 M6 (Fräser R=5)
N4 E1=50 (X Mittelpunkt Bohrung)
N5 E2=40 (Y Mittelpunkt Bohrung)
N6 E3=0  (Z Anfangspunkt Bohrung)
N7 E4=20 (Lochtiefe)
N8 E5=15 (Bohrungsradius)
N9 E6=3 (Meßtasterradius)
N10 (E7 Meßstatus)

N11 G89 Z=-E4 B2 R=E5 K6 F300 S1000 M3
N12 G79 X=E1 Y=E2 Z=E3
N13 G0 Z50 M5

N14 T2 M6 (Meßtaster)
N15 M27
N16 G0 X=E1+E5-E6-2 Y=E2 Z50
N17 G1 Z-5
N18 G145 X=E1+E5-E6 Y=E2 L0 E7
N19 G29 E0 E0=E7<1 N=49
N20 G145 X=E1+E5-E6-2 Y=E2 L1 X7=10
N21 G0 X=E1+E5-E6-2 Y=E2
N22 G3 I=E1 J=E2 X=E1 Y=E2+E5-E6-2
N23 G145 X=E1 Y=E2+E5-E6 L0 E7
N24 G29 E0 E0=E7<1 N=49
N25 G145 X=E1 Y=E2+E5-E6-2 L1 Y7=11
N26 G0 X=E1 Y=E2+E5-E6-2
N27 G3 I=E1 J=E2 X=E1-E5+E6+2 Y=E2
N28 G145 X=E1-E5+E6 Y=E2 L0 E7
N29 G29 E0 E0=E7<1 N=49
N30 G145 X=E1-E5+E6+2 Y=E2 L1 X7=12
N31 G0 X=E1-E5+E6+2 Y=E2
N32 G3 I=E1 J=E2 X=E1 Y=E2-E5+E6+2
```

```
N33 G145 X=E1 Y=E2-E5+E6 L0 E7
N34 G29 E0 E0=E7<1 N=49
N35 G145 X=E1 Y=E2-E5+E6+2 L1 Y7=13
N36 G0 X=E1 Y=E2-E5+E6+2
N37 G0 Z50
N38 M28

N39 E20=E1+(E10+E12):2 (Gemessen X Koordinate)
N40 E21=E2+(E11+E12):2 (Gemessen Y Koordinate)
N41 E22=sqrt((E10-E20)^2+(E2-E21)^2) (Erste Radius Loch)
N42 E22=E22+sqrt((E11-E21)^2+(E1-E20)^2) (Zweite Radius Loch)
N43 E22=E22+sqrt((E12-E20)^2+(E2-E21)^2) (Dritte Radius Loch)
N44 E22=(E22+sqrt((E13-E21)^2+(E1-E20)^2)):4 (Radius Loch)
N45 G29 E1 E1=1 N=51

N46 M0
N47 (BOHRUNG AUSSERHALB DES TOLERANZBEREICHES)
N48 G29 E0 E0=1 N=51
N49 M0
N50 (KEINE SCHALTPUNKTPOSITION ERMITTELT)
N51 M30
```

Erläuterung:

N1 : Nullpunkt setzen
N2 : XY-Ebene als Bearbeitungsebene festlegen
N3 : Fräser (d=20 mm) einwechseln
N4-N10 : E-Parameter Werte geben
N11 : Festzyklus zum Fräsen der Bohrung definieren
N12 : Bohrung fräsen
N13 : Werkzeug zurückziehen und Spindel stillsetzen
N14 : Meßtaster einwechseln
N15 : Meßtaster aktivieren
N16 : Auf Anfangsposition fahren
N17 : Auf Meßtiefe gehen
N18 : Erste Meßposition mit erhöhtem Vorschub anfahren
N19 : Meßposition erreicht, keine Messung. Sprung nach N49: Fehlermeldung (E7=0)
N20 : Erste Meßposition mit Meßvorschub messen (E10 ist Meßposition in X-Richtung)
N21 : Zurück zur Anfangsposition der 1. Messung
N22 : Mit Kreisbogen zur 2. Meßposition fahren
N23 : Zweite Meßposition mit erhöhtem Vorschub anfahren
N24 : Meßposition erreicht, keine Messung. Sprung nach N49: Fehlermeldung (E7=0)
N25 : Zweite Meßposition mit Meßvorschub messen (E11 ist Meßposition in Y-Richtung)
N26 : Zurück zur Anfangsposition der 2. Messung
N27 : Mit Kreisbogen zur 3. Meßposition fahren
N28 : Dritte Meßposition mit erhöhtem Vorschub anfahren
N29 : Meßposition erreicht, kein Messung. Sprung nach N49: Fehlermeldung (E7=0)
N30 : Dritte Meßposition mit Meßvorschub messen (E12 ist Meßposition in X-Richtung)
N31 : Zurück zur Anfangsposition der 3. Messung
N32 : Mit Kreisbogen zur 4. Meßposition fahren
N33 : Vierte Meßposition mit erhöhtem Vorschub anfahren
N34 : Meßposition erreicht, keine Messung. Sprung nach N49: Fehlermeldung (E7=0)
N35 : Vierte Meßposition mit Meßvorschub messen (E13 ist Meßposition in Y-Richtung)
N36 : Zurück zur Anfangsposition der 4. Messung
N37 : Meßtaster zurückziehen, um eine Kollision zu vermeiden
N38 : Meßtaster ausschalten
N39 : X-Mittelpunkt berechnen (E20)
N40 : Y-Mittelpunkt errechnen (E21)

N41 : Berechnen erste Radius (Abstand Meßposition und Neuen Mittelpunkt)
N42 : Addieren zweiten Radius
N43 : Addieren dritten Radius
N44 : Addieren vierten Radius und durch vier Teilen.
N45 : Sprung zum Programmende
N46 : Programm Stop
N47 : Anzeige einer entsprechenden Meldung.
N48 : Sprung zum Programmende
N49 : Programm Stop
N50 : Anzeige einer entsprechenden Meldung.
N51 : Programmende

61. Abfragen Meßtasterstatus G148

Zweck

Auslesen des Meßtasterstatus innerhalb des Meßzyklus-Makros.

Format

N... G148 E...

Zugehörige Funktionen

G145, G149, G150

Parameter

E E-Parameter für Meßtasterstatus

Hinweise und Verwendung

MEßTASTERSTATUS
Der E-Parameter kann einen von vier Zahlenwerten aufweisen:
E... = 0 : der Meßtaster wurde nicht getriggert, da kein Meßkontakt mit der Meßfläche stattgefunden hat.
E... = 1 : der Meßtaster wurde getriggert; die Meßfläche wurde berührt.
E... = 2 : Satzsuchlauf, Testlauf oder Demo-Betrieb steht an.
E... = 3 : es liegt ein Meßtasterfehler vor; kein Meßvorgang möglich.

Die Priorität für die Meßtasterstatus-Codes ist folgende:
Priorität:
1 : Code 2 (aktiver Modus)
2 : Code 3 (Meßtasterfehler)
3 : Code 0 oder 1 (Meßtasterkontakt)

UNTERBRECHUNG
Der Betrieb mit G148 kann nicht mit einer Unterbrechungsanweisung gestoppt werden.

ART DER FUNKTION - nicht modal

Beispiel

```
N110 G148 E27
N115 G29 E91=E27=2 E91 N=300
```

Erläuterung:

N110 : Meßtasterstatus im E-Parameter 27 speichern.
N115 : Sprung auf Satz N300, wenn das Programm im Satzsuchlauf, Testlauf oder Demo-Betrieb ausgeführt wird. Auf diese Weise lassen sich z.B. Berechnungen mit Parametern, die nicht geladen wurden weil keine Messung stattgefunden hat, vermeiden.

Hinweis: Bei Betrieb mit G182 darf die Funktion G148 nicht verwendet werden.

62. Abfragen Werkzeug- oder Nullpunktverschiebungs-Werte G149

Zweck

Abfragen von Werkzeug- und Nullpunktverschiebungsdaten und Speichern dieser Daten in den dazu vorgesehenen E-Parametern.

Format : Werkzeugdaten

Abfragen der Nummer des aktiven Werkzeuges:
N... G149 T0 E..

Abfragen der Werkzeugmaße:
N... G149 T... {T2=...} {L1=...} {R1=...} {M1=...}

Abfragen des Werkzeugstatus:
N... G149 T... E...

Format : Nullpunktverschiebungen

Abfragen der wirksamen G-Funktionen für die Nullpunktverschiebung:
N... G149 N1=0/1 E..

Abfragen der gespeicherten Nullpunktverschiebungen:
Mit Standard Nullpunkten oder MC84=0:
N... G149 **N1=51...59** [(Achsenadresse)7=...] {(Achsenadresse)7=...}

Mit erweiterten Nullpunkten mit MC84>0:
N... G149 **N1=54.[nr]** [(Achsenadresse)7=...] {(Achsenadresse)7=...} **{B47=...}**
In **G54.[nr]** muß [nr] mit zwei Ziffern eingetragen werden (G54.01 und G54.10).

Abfragen der programmierbaren Nullpunktverschiebungen:
N... G149 N1=92 [(Achsenadresse)7=...] {(Achsenadresse)7=...}

Format : Aktuelle Positionswerte

Abfragen der aktuellen Positionswerte von X, Y und Z
N... G149 [(Achsenadresse)7=...] {(Achsenadresse)7=...}

Zugehörige Funktionen

G145, G148, G150

Parameter : Werkzeugdaten

T Werkzeugnummer
T2= Werkzeugkorrekturindex
E E-Parameter
L1= E-Parameter für WZ-Länge
R1= E-Parameter für WZ-Radius
M1= E-param. Wkzg.standzeit

Parameter: Nullpunktverschiebungen

N1= Nullpunktverschiebung
X7= E-Par. für NPV/Position in X
Y7= E-Par. für NPV/Position in Y
Z7= E-Par. für NPV/Position in Z
A7= E-Par. für NPV/Position in A
B7= E-Par. für NPV/Position in B
C7= E-Par. für NPV/Position in C
B47= E-Parameter für verdr. in B4=

Hinweise und Verwendung

WERKZEUGNUMMER (T)
Nummer des Werkzeuges, dessen Werkzeugdaten ausgelesen werden sollen. Bei Anwendung des FMS-Werkzeugspeichers (FMS=flexibles Fertigungssystem) muß die vollständige Werkzeugnummer (inklusive des Ersatzwerkzeug-Index) angegeben werden.

WERKZEUGDATEN
Der Werkzeugradius, die Werkzeuglänge und die Reststandzeit können abgefragt werden.

WERKZEUGKORREKTUR-INDEX (T2=)
Es kann die Werkzeugkorrektur-Index 0, 1 oder 2 angegeben werden. Die Standardvorgabe ist T2=0.

WERKZEUGSTATUS (E)
Der Werkzeugstatus kann vom Werkzeugspeicher in den angegebenen E-Parameter geladen werden.
Der Werkzeugstatus kann durch folgende Werte dargestellt werden:
E... = 1 Werkzeug ist freigegeben und gemessen
E... = 0 Werkzeug ist freigegeben, jedoch nicht gemessen
E... = -1 Werkzeug ist gesperrt
E... = -2 Werkzeugstandzeit ist erreicht
E... = -4 Werkzeugbruch-Fehler
E... = -8 Werkzeugschnittkraft ist erreicht
E... = -16 Werkzeugstandzeit kleiner als T3 programmiert
Eine Kombination von Fehlermeldungen ist auch möglich:
E... = -13 heißt: Fehlermeldung -8 und -4 und -2 und 1.

NULLPUNKTVERSCHIEBUNGSNUMMER (N1=)
Die Nummer der Nullpunktverschiebung, deren Daten ausgelesen werden sollen. N1= G52, G54-G59, **54.[nr]** oder 92/93.

NULLPUNKTVERSCHIEBUNGSGRUPPE (N1=)
Die Nullpunktverschiebungsgruppe, deren wirksame G-Funktion abgefragt werden soll.
N1= kann den Wert 0 oder 1 aufweisen:

N1=0 : Wenn G52 wirksam ist, so erhält der E-Parameter den Wert 52. Wenn G52 nicht wirksam ist, so erhält der E-Parameter den Wert 51.

N1=1 : Der E-Parameter erhält den Wert der wirksamen Verschiebung aus der Reihe G54..G59 oder G54.[nr]. Wenn keine Verschiebung wirksam ist, so erhält der E-Parameter den Wert 53.

ABFRAGEN AKTUELLER ACHSPOSITIONSWERTE (X7, Y7, Z7)
Die Achspositionswerte können in E-Parameter ausgelesen werden. X7=20 heißt: in E20 wird der aktuelle Achspositionswert gesetzt. (Siehe auch G326).

AUSLESEN VON ADRESSEN OHNE WERT
Wenn im Werkzeugspeicher Adressen ausgelesen werden, die vorher nicht eingegeben sind, so erhält man den Wert 0.

UNTERBRECHUNG
Der Betrieb mit G149 kann nicht mit einer Unterbrechungsanweisung gestoppt werden.

ART DER FUNKTION
nicht modal

Hinweis: Die Funktion G149 darf bei Betrieb mit G182 nicht verwendet werden.

Die Werkzeugdaten von T0 können nicht ausgelesen werden. Bei Verwendung von T0 werden die betreffenden E-Parameter nicht geladen. Es wird keine entsprechende Fehlermeldung ausgegeben.

Beispiele

Beispiel 1 : Abfragen der Nummer des aktiven Werkzeuges

N100 G149 T0 E1
E1 enthält die Nummer des aktiven Werkzeuges

Beispiel 2 : Abfragen der Maße des aktiven Werkzeuges

N100 G149 T=E1 L1=5 R1=6

Die Maße von aktiven Werkzeug T=E1 (siehe Beispiel 1) wird abgefragt
E5 enthält die Werkzeuglänge
E6 enthält den Werkzeugradius

Beispiel 3 : Abfragen der Maße eines Werkzeuges

N100 G149 T12 L1=5 R1=6

Die Maße von Werkzeug 12 abfragen
E5 enthält die Werkzeuglänge
E6 enthält den Werkzeugradius

Beispiel 4 : Abfragen der aktiven Nullpunktverschiebung

N100 G149 N1=0 E2
N110 G149 N1=1 E3

E2 enthält den Wert für die aktive Funktion "Istwert setzen" (51 oder 52)
E3 enthält den Wert für die aktive NPV-Funktion (53...59) oder **G54.[nr]**

Beispiel 5 : Abfragen einer gespeicherten Nullpunktverschiebung

N100 G149 **N1=54** X7=1 Z7=2
oder
N100 G149 **N1=54.[nr]** X7=1 Z7=2
In **G54.[nr]** muß [nr] mit zwei Ziffern eingetragen werden (G54.01 und G54.10).

Verschiebung G54 abfragen
E1 enthält die Verschiebung in X
E2 enthält die Verschiebung in Z

Beispiel 6 : Abfragen einer Verschiebung mit Drehwinkel des Koordinatensystems

N100 G149 **N1=54.02** X7=1 B47=2

Verschiebung G54.02 abfragen
E1 enthält die Verschiebung in X
E2 enthält den Drehwinkel des Koordinatensystems

Beispiel 7 : Abfragen einer Nullpunktverschiebung (G92/G93)

N100 G149 N1=92 X7=1 Z7=2

Verschiebung G92 abfragen
E1 enthält die Verschiebung in X
E2 enthält die Verschiebung in Z

Beim Abfragen der G92/G93-Verschiebung während G92/G93 nicht wirksam ist, erhält man den Verschiebungswerten 0.

63. Ändern Werkzeug- oder Nullpunktverschiebungswerte G150

Zweck

Ändern von Daten im Werkzeugspeicher oder Nullpunktverschiebungsspeicher.

Format : Werkzeugdaten

Ändern von Daten im Werkzeugspeicher:
N... G150 T... {T2=...} {L1=...} {R1=...} {M1=...}

Ändern des Werkzeugstatus im Werkzeugspeicher:
N... G150 T... E...

Format : Nullpunktverschiebungen

Ändern von Daten im Nullpunktverschiebungsspeicher:
Mit Standard Nullpunkten oder MC84=0:
N... G150 **N1=54...59** [(Achsenadresse)7=...] {(Achsenadresse)7=...} usw.

Mit erweiterten Nullpunkten mit MC84>0:
N... G150 **N1=54.[nr]** [(Achsenadresse)7=...] {(Achsenadresse)7=...} usw.
In **G54.[nr]** muß [nr] mit zwei Ziffern eingetragen werden (G54.01 und G54.10).

Zugehörige Funktionen

G145, G148, G149

Parameter : Werkzeugdaten

T Werkzeugnummer
T2= Werkzeugkorrekturindex
E E-Parameter
L1= WZ-Länge Wert in T
R1= WZ-Radius Wert in T
M1= Wkzg.standzeit in T

Parameter : Nullpunktverschiebungen

N1= Nullpunktverschiebung
X7= NP-Verschiebung in X
Y7= NP-Verschiebung in Y
Z7= NP-Verschiebung in Z
A7= NP-Verschiebung in A
B7= NP-Verschiebung in B
C7= NP-Verschiebung in C
B47= Rotationswinkel in B4=

Hinweise und Verwendung

WERKZEUGNUMMER (T)

Nummer des Werkzeuges, für das Werkzeugdaten abgeändert werden sollen. Bei Anwendung des FMS-Werkzeugspeichers (FMS=flexibles Fertigungssystem) muß die vollständige Werkzeugnummer (inklusive des Ersatzwerkzeug-Index) angegeben werden.
Die modale Nummer des aktuellen Werkzeuges wird von diesem Befehl nicht betroffen.

WERKZEUGKORREKTUR-INDEX (T2=)

Es kann der Werkzeugkorrektur-Index 0, 1 oder 2 angegeben werden. Die Standardvorgabe ist T2=0.
Der Verschiebungsindex des aktuellen Werkzeuges ist von diesem Befehl nicht betroffen.

WERKZEUGSTATUS (E)

Der Werkzeugstatus kann vom angegebenen E-Parameter in den Werkzeugspeicher geladen werden.
Der Werkzeugstatus kann durch folgende Werte dargestellt werden:
E... = 1 Werkzeug ist freigegeben und gemessen
E... = 0 Werkzeug ist freigegeben, jedoch nicht gemessen
E... = -1 Werkzeug ist gesperrt
E... = -2 Werkzeugstandzeit ist erreicht
E... = -4 Werkzeugbruch-Fehler
E... = -8 Werkzeugschnittkraft ist erreicht
E... = -16 Werkzeugstandzeit kleiner als T3 programmiert
Eine Kombination von Fehlermeldungen ist auch möglich:
E... = -13 heißt: Fehlermeldung -8 und -4 und -2 und 1.

NULLPUNKTVERSCHIEBUNG (N1=)

Die zu ändernde Nullpunktverschiebung (G52, G54...G59, oder **G54.[nr]**).

UNTERBRECHUNG

Der Betrieb mit G150 kann nicht mit einer Unterbrechungsanweisung gestoppt werden.

ART DER FUNKTION

nicht modal

Hinweis: Die Funktion G150 darf bei Betrieb mit G182 nicht verwendet werden.
Die Werkzeugdaten von T0 können nicht geladen werden.

Beispiele

Beispiel 1 : Ändern von Daten im Werkzeugspeicher:

N50 G150 T1 L1=E2 R1=4

Erläuterung:

Daten von Werkzeug Nr. 1 ändern
Wert von Parameter E2 als Werkzeuglänge speichern
Werkzeugradius mit 4 festlegen

Beispiel 2 : Ändern von Daten im Nullpunktverschiebungsspeicher:

N70 G150 **N1=57** X7=E1 Z7=E6
oder
N70 G150 **N1=54.3** X7=E1 Z7=E6

Erläuterung:

Nullpunktverschiebungswerte von G57 ändern
Wert von Parameter E1 in G57 oder **G54.03** Verschiebung in X speichern
Wert von Parameter E6 in G57 oder **G54.03** Verschiebung in Z speichern

Beispiel 3 : Ändern einer Nullpunktverschiebung mit Drehwinkel des Koordinatensystems:

N70 G150 **N1=54.03** X7=E1 B47=E6

Erläuterung:

Nullpunktverschiebungswerte von G54.03 ändern
Wert von Parameter E1 in **G54.03** Verschiebung in X speichern
Wert von Parameter E6 in **G54.03** Verschiebung in B4= speichern

64. Zylinderinterpolation aufheben oder Grundkoordinatensystem aktivieren G180

Zweck

Dieser Funktion hat zwei Bedeutungen:

1) Aufheben des zylindrischen Koordinatensystems (G182).
2) Definieren von Hauptebene und Werkzeugachse (Grundkoordinatensystem).

Format

G180 : Grundkoordinatensystem

N... G180 [Hauptachse 1] [Hauptachse 2] [Werkzeugachse]

Zugehörige Funktionen

Keine

Parameter

X,Y,Z Zylinderebene:2 / Werkzeugachse:3
A,B,C Zylinderebene:1
R Radius Zylinder

Allgemeine Grundlagen

Die normale Einstellung ist G180 X1 Y1 Z1

Folgende Konfigurationen sind nur möglich:

Hauptachse 1 X
Hauptachse 2 Y
Werkzeugachse Z oder W

Drei verschiedene Informationen bestimmen die richtige Arbeitsweise:
1) Durch G17/G18/G19 wird die Werkzeugachse bestimmt (G17 Z).
2) G180 bestimmt, welche Achsen umgesetzt werden müssen. (G17 W in Z)
3) Die Maschinenkonstanten für die Werkzeugachsendefinition muß stimmen. (Werkzeugachse W gehört zu Z).

Hinweise und Verwendung

ZU LÖSCHENDE FUNKTIONEN
Die Funktionen G41...G44, G64, Achsenrotation (G92/G93 B4=) und G141 müssen gelöscht werden bevor G180 aktiviert wird.
Weitere unmittelbar vor dem G180-Satz programmierte Funktionen bleiben wirksam.

Hinweis: Die Wörter X,Y,Z dürfen nicht ohne einen Wert programmiert werden. Daher wird diesen Wörtern der Wert 1 zugeordnet. Dieser Wert hat keine weitere Bedeutung.

RADIUS- UND WERKZEUGLÄNGENKORREKTUR
Die Werkzeuglängenkorrektur ist aktiv in der definierten Werkzeugachse. Die Radiuskorrektur ist in der Hauptebene aktiv.

MASCHINENKONSTANTE
Die Maschinenkonstanten müssen richtig gesetzt werden. Wenn die W-Achse die vierte Achse ist, muß MC117 = 3 sein (gleich wie Z-Achse). MC3401 = 0 (W-Achse ist eine Linearachse).

KOORDINATEN
Es können nur kartesische Koordinaten verwendet werden.

Hinweis: Wird G180 programmiert und die Radiuskorrektur ist noch wirksam, wird sie von G180 gelöscht. Es empfiehlt sich die Radiuskorrektur mit G40 zu löschen und dann auf das Grundkoordinatensystem zu wechseln.

LÖSCHEN Das Koordinatensystem wird entweder durch G180, M30, Softkey Programm abbrechen oder durch Softkey CNC rücksetzen gelöscht.

EINSCHALTSTATUS
Beim Einschalten der CNC und bei Softkey CNC rücksetzen wird G180 X1 Y1 Z1 automatisch wirksam.

ART DER FUNKTION

modal

Beispiel

```
N12340
N1 G17 S1000 T1 M6
N2 G54
N3 G180 X1 Y1 W1
N4 G81 Y2 B10 Z-22 F1000 M3
N5 G79 X0 Y0 Z0
```

Erläuterung:

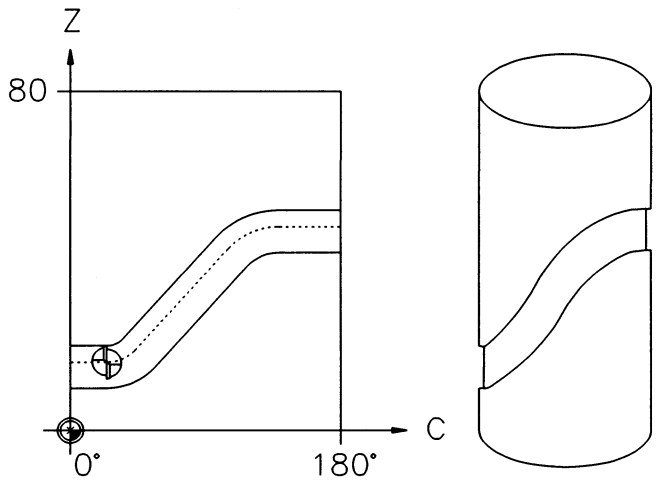
N1 : Werkzeug einwechseln.
N2 : Gespeicherte Nullpunktverschiebung G54 aktivieren.
N3 : Hauptebene XY und Werkzeugachse W aktivieren.
N4 : Bohr Festzyklus definieren.
N5 : Bohren, wobei die Vorschubbewegung in der W-Achse stattfindet.

65. Zylinderinterpolation aktivieren G182

Zweck

Auswahl des zylindrischen Koordinatensystems. Dieses System erlaubt es, Konturen und Positionen auf der gekrümmten Zylinderfläche auf einfache Weise zu programmieren.

Format



G182 : Zylindrisches Koordinatensystem

Aktivieren des zylindrischen Koordinatensystems:
N... G182 [Zylinderachse] [Rotationsachse] {Werkzeugachse} R...

N... G182 R...

Format bei wirksamer G182:

Eilgang
N... G0 [Zylinderachse] [Rotationsachse] {Werkzeugachse}

Lineare Vorschubbewegung:
N... G1 [Zylinderachse] [Rotationsachse] {Werkzeugachse} {F..}

Zirkulare Vorschubbewegung:
N... G2/G3 [Zylinderachse] [Rotationsachse] R..

Zugehörige Funktionen

Keine

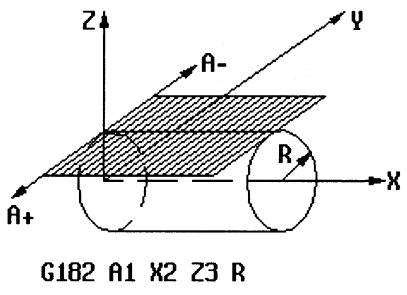
Parameter

X,Y,Z Zylinderebene:2 / Werkzeugachse:3
A,B,C Zylinderebene:1
R Radius Zylinder

Bei Bewegungen:

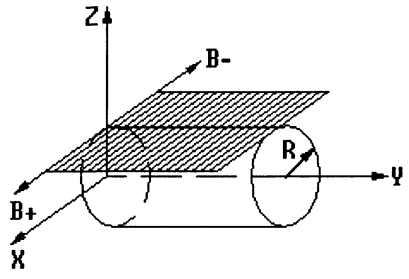
X,Y,Z,U,V,W	Linearachsenkoordinate
A,B,C	Rotationsachsenkoordinate
F	Vorschub auf der Zylinderfläche

Modale Wörter:
S,T,H,M,E,F1=,T1=,T2=



G182 A1 X2 Z3 R

1/4

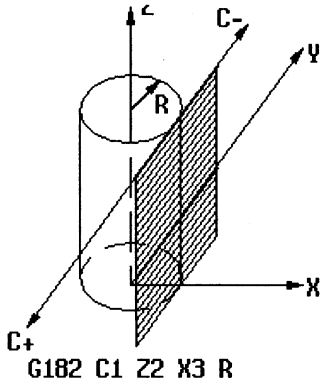


G182 B1 Y2 Z3 R

2/4

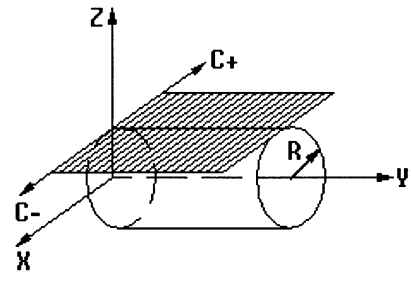
G182 A1 X2 Z3 R..
oder (wie bisher)
G182 A1 X1 Z1 R..

G182 B1 Y2 Z3 R..
oder (wie bisher)
G182 B1 Y1 Z1 R..



G182 C1 Z2 X3 R

3/4



G182 C1 Y2 Z3 R

4/4

G182 C1 Z2 X3 R..
oder (wie bisher)
G182 C1 X1 Z1 R..

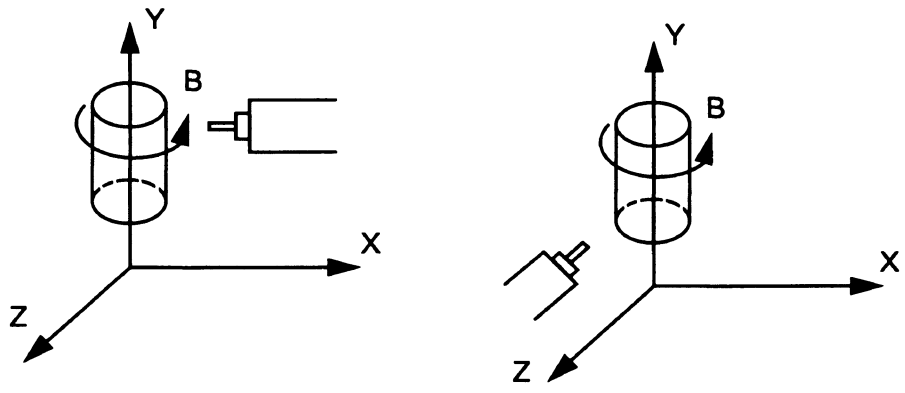
G182 C1 Y2 Z3 R..

Allgemeine Grundlagen

Konturen auf der gekrümmten Fläche eines Zylinders werden in einer Ebene gezeichnet, welche die gekrümmte Fläche darstellt. Diese Ebene wird mit der Rotationsachse, der Zylinderachse und dem Zylinderradius definiert. In dieser Ebene können geradlinige und kreisförmige Bewegungen mit Radiuskorrektur programmiert werden. Während der Programmausführung werden diese Bewegungen in Bewegungen mit einer linearen Achse (= die Zylinderachse) und einer Rotationsachse (= die um die Zylinderachse gedrehte Achse) umgesetzt. Dies wird als Zylinderinterpolation bezeichnet.

Im allgemeinen sind folgende Konfigurationen möglich:

Rotationsachsen	A,	B,	C
Zylinderachsen	X,	Y,	Z
Werkzeugachse	Y oder Z,	X oder Z,	X oder Y



NB9661

Die BY-Ebene für Zylinderinterpolation

Drei verschiedene Informationen bestimmen die richtige Arbeitsweise:
1) Durch G17/G18/G19 wird die Werkzeugachse bestimmt (G17 Z).
2) G182 bestimmt welche Achsen umgesetzt werden müssen. (G17 AX oder BY)
3) Die Maschinenkonstanten für die Rundachsendefinition müssen stimmen. (Rundachse A gehört zu X).

Hinweise und Verwendung

ZU LÖSCHENDE FUNKTIONEN

Die Funktionen G41...G44, G64, Achsenrotation (G92/G93 B4=) und G141 müssen gelöscht werden, bevor G182 aktiviert wird.

Weitere unmittelbar vor dem G182-Satz programmierte Funktionen bleiben wirksam.

Spzifikation der Zylinderebene

Die Wörter X,Y,Z,A,B,C dürfen nicht ohne einen Wert programmiert werden.
Die Konfiguration für die Zylinderinterpolation wird im G182-Satz programmiert:

Standardkonfiguration

Rotationsachse	A1	B1	C1
Zylinderachse	X1	Y1	Z1
Werkzeugachse	Y1/Z1	X1/Z1	X1/Y1
Zylinderradius	R	R	R

Erweiterte Konfiguration (V321/00)

Rotationsachse markiert mit 1	A1	B1	C1
Zylinderachse markiert mit 2	X2/Y2/Z2	Y2/X2/Z2	Z2/X2/Y2
Werkzeugachse markiert mit 3	Y3/Z3/X3	X3/Z3/Y3	X3/Y3/Z3
Zylinderradius	R	R	R

Hinweis: Wenn für alle Achsadressen der Wert 1 eingegeben wird, ist nur eine Standardkonfiguration möglich.

MASCHINENKONSTANTEN

Die Maschinenkonstanten für die Achsendefinitionen muß stimmen.

MC 102 = 1, MC103 = 88 (X-Achse)
MC 107 = 2, MC108 = 89 (Y-Achse)
MC 112 = 3, MC113 = 90 (Z-Achse)
MC 117 = 4 gehört bei Achse 1 (4-3), MC118 = 65 (A-Achse drehend um X-Achse)
MC 122 = 6 gehört bei Achse 3 (6-3), MC123 = 67 (C-Achse drehend um Z-Achse)

STANDARD-ZYLINDEREBENE

Wenn eine Werkzeugmaschine nur einen Drehtisch hat, so läßt sich die Konfiguration für die Zylinderinterpolation über Maschinenkonstanten definieren. Sollte keine Achsenkonfiguration im G182-Satz programmiert sein, so werden die betreffenden MC-Einstellungen automatisch von der CNC übernommen.

ZYLINDERRADIUS

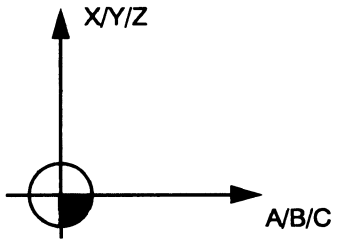
Der Zylinderradius wird von der CNC zur Berechnung der Vorschubgeschwindigkeit des Drehtisches verwendet. Der Radius muß zwischen 5 mm und 500 mm liegen. Wenn ein G182-Satz kein R-Wort enthält, so wird eine Fehlermeldung angezeigt.

ÄNDERN DES ZYLINDERRADIUSSES

Der Zylinderradius läßt sich durch Programmieren eines anderen R-Wortes in einem weiteren G182-Satz ändern. Die Definition der Ebene muß in diesem Satz wiederholt werden.

EBENE DER GEKRÜMMTE FLÄCHE

Die Ebene der gekrümmten Fläche wird mit AX, BY oder CZ bezeichnet, je nach Zylinder, auf dem die Kontur geschnitten werden soll.



NB9656

Achsen der Ebene der gekrümmten Fläche

Die horizontale Achse ist die Rotationsachse. Sie wird mit der entsprechenden Achsenadresse A, B, C in Grad und Bruchteilen von Grad programmiert.

Die vertikale Achse ist die Zylinderachse. Sie wird mit der entsprechenden Achsenadresse X, Y, Z in mm bzw. Zoll programmiert.

Die Werkzeugachse steht senkrecht zur Zylinderwand und wird programmiert in mm oder Zoll mit den Adressen Y bzw. Z für die AX-Ebene, X bzw. Z für die BY-Ebene, X bzw. Y für die CZ-Ebene je nach der Achse, in der das Werkzeug geladen ist.

NULLPUNKT

Der Nullpunkt in der Rotationsachse, der Zylinderachse und der Werkzeugachse muß programmiert werden, bevor die Zylinderinterpolation wirksam ist. Dies kann erreicht werden über:

G51-G52	Istwert setzen
G53-G59 oder G54.[nr]	gespeicherte Nullpunktverschiebung
G92/G93	Nullpunktverschiebung

Bei wirksamer Zylinderinterpolation (G182) ist keine Nullpunktverschiebung erlaubt, bis auf Grundkoordinatensystem zurückgeschaltet wird.

KOORDINATEN

Es können nur kartesische Koordinaten verwendet werden.

Die Funktionen G90 und G91 dienen zum Programmieren absoluter bzw. inkrementaler Maßangaben und lassen sich für Rotationsachsen, Zylinderachsen und Werkzeugachsen einsetzen.

EILGANGBEWEGUNGEN (G0)

Eine Eilgangbewegung wird mit G0 und dem Endpunkt der Bewegung programmiert.
Es können zwei oder drei Achsen in einem Satz programmiert werden. Die Verfahrbewegungen werden von der Positionierlogik gesteuert.

Werkzeug in Richtung Zylinder :	1. Bewegung in der Ebene 2. Bewegung in der Werkzeugachse
Werkzeug weg vom Zylinder :	1. Bewegung in der Werkzeugachse 2. Bewegung in der Ebene

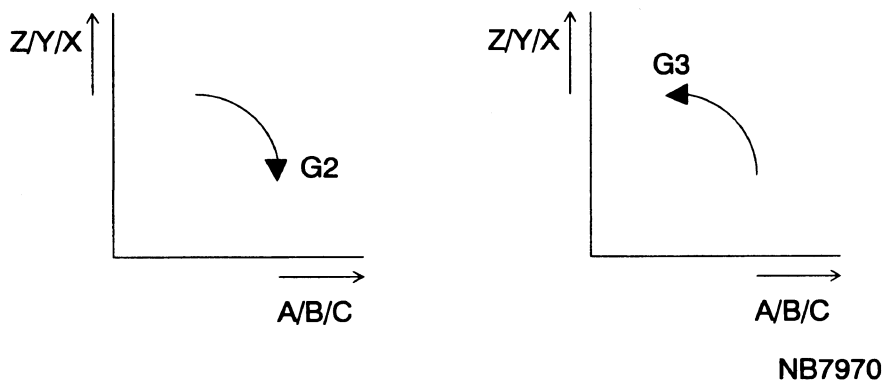
GERADLINIGE VORSCHUBBEWEGUNGEN (G1)

Eine geradlinige Vorschubbewegung wird mit G1, dem Endpunkt der Bewegung und der Vorschubgeschwindigkeit programmiert.
Es können zwei oder drei Achsen in einem Satz programmiert werden. Sämtliche Achsen verfahren gleichzeitig und erreichen ihren Endpunkt zur gleichen Zeit.

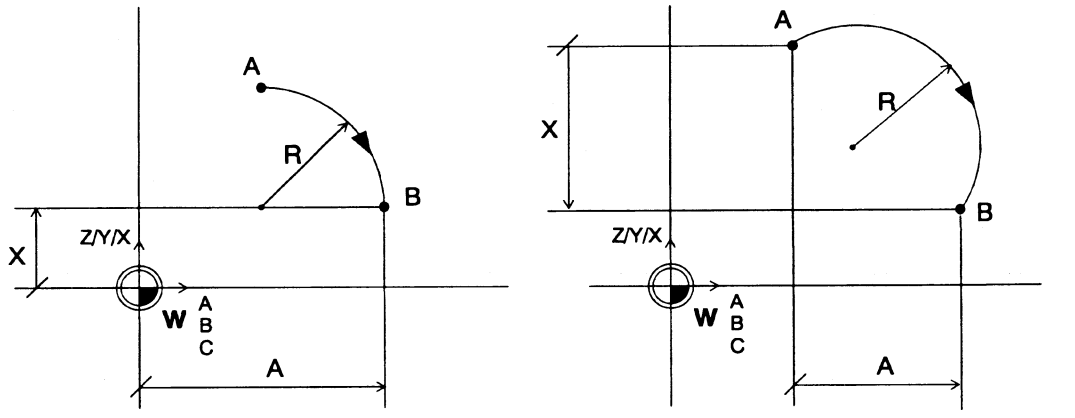
Der programmierte Vorschub ist der Oberflächenvorschub auf dem Zylinder, dessen Radius im G182-Satz programmiert ist.

KREISFÖRMIGE VORSCHUBBEWEGUNGEN (G2/G3)

Eine kreisförmige Vorschubbewegung kann nur mit G2 oder G3, den Endpunktkoordinaten und dem Bogenradius (R-Wort) programmiert werden.



Richtung der Kreisbewegung



Kreisbogen mit Endpunkt und Radius

RADIUSKORREKTUR

Für die Radiuskorrektur in der Zylinderebene können die Funktionen G40, G41, G42, G43 und G44 eingesetzt werden. Diese Funktionen haben die gleiche Bedeutung wie im Grundkoordinatensystem (G180 wirksam). Die Blickrichtung zum Definieren von LINKS und RECHTS ist vom Werkzeug auf den Zylinder.

Hinweis: Wird G180 programmiert und ist Radiuskorrektur noch wirksam, wird sie von G180 gelöscht. Es empfiehlt sich die Radiuskorrektur mit G40 zu löschen und dann auf das Grundkoordinatensystem zu wechseln.

WERKZEUGGRÖSSE

Es können sich bei einem zu großen Werkzeugradius Hinterschneidungen ergeben. Die Hinterschneidungen sind von der Form, Größe und Bearbeitungstiefe des Werkzeuges abhängig.

Hinweis: Bei Konturen auf dem Zylinder erreicht man die größte Genauigkeit, wenn der Werkzeugdurchmesser etwa 0,2 mm kleiner ist als die Einstichbreite.

LÖSCHEN Die Zylinderinterpolation wird entweder mit G180, M30, Softkey Programm abbrechen oder durch Softkey CNC rücksetzen gelöscht.

EINSCHALTZUSTAND

Beim Einschalten der CNC und bei CNC rücksetzen wird G180 automatisch wirksam.

ZULÄSSIGE FUNKTIONEN

Zulässige Funktionen sind: G0, G1, G2/G3, G4, G14, G22, G23, G29, G40-G44, G90/G91, G94/G95, G180/G182.

Hinweise:
1. Wenn während der Zylinderinterpolation G14 oder G29 eingesetzt wird, so muß die Nummer des Satzes auf den gesprungen wird im Programmabschnitt für die Zylinderinterpolation programmiert werden.
2. Die beim Aktivieren der Zylinderinterpolation wirksame Funktion G94 bzw. G95 wird nicht von G182 beeinflußt.
3. Weitere G-Funktionen sind bei wirksamer G182 nicht zulässig.

ART DER FUNKTION

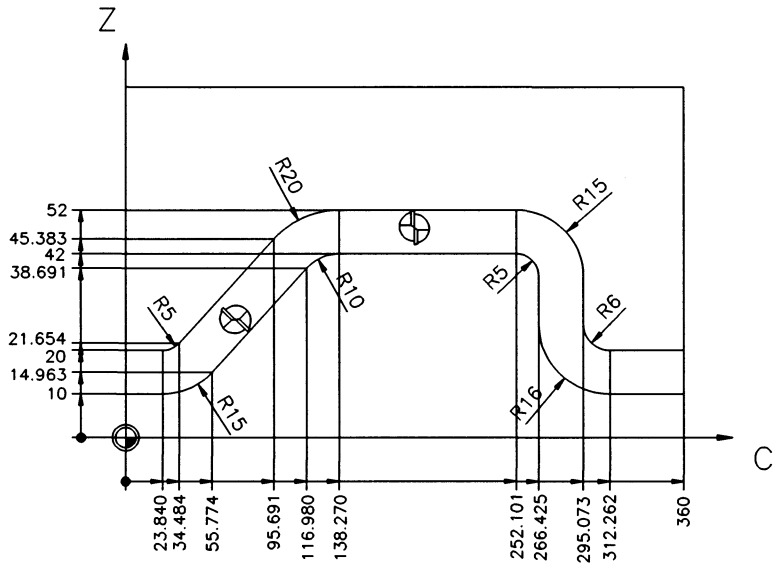
modal

Beispiele

Beispiel 1

Der Einstich auf der gekrümmten Oberfläche eines Zylinders (Durchmesser 40 mm) soll mit einem zweischneidigen Schaftfräser (Durchmesser 9.5 mm) gefräst werden. Die Bearbeitungstiefe ist 4 mm. Die waagrechte Bearbeitung des Werkstückes erfolgt in der Rotationsachse c, der Zylinderachse Z und der Werkzeugachse Y.

Die Programmierung der Kontur sieht folgendermaßen aus:

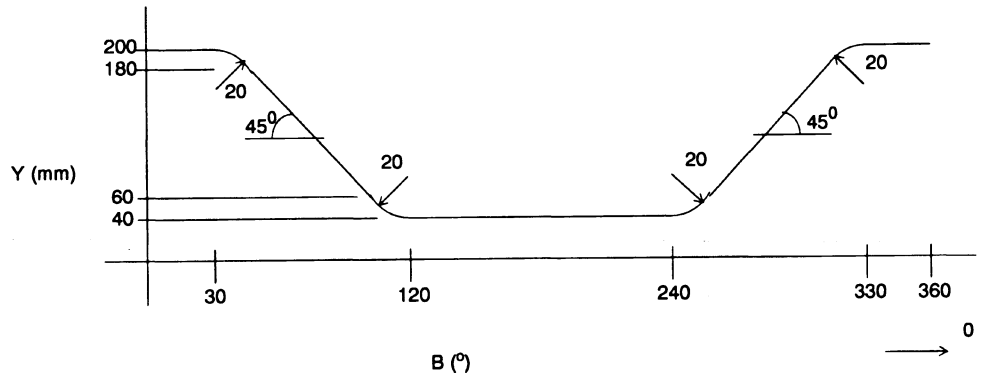



```
N12340
N1 G18 S1000 T1 M6
N2 G54
N3 G182 Y1 C1 Z1 R20
N4 G0 Z15 C0 Y22 M3
N5 G1 Y16 F200
N6 G43 Z10
N7 G41
N8 G1 C23.84
N9 G3 Z14.963 C55.774 R15
N10 G1 Z38.691 C116.98
N11 G2 Z42 C138.27 R10
N12 G1 C252.101
N13 G2 Z37 C266.425 R5
N14 G1 Z26
N15 G3 Z10 C312.262 R16
N16 G1 C365
N17 G40
N18 G41 Z20
N19 G1 C312.262
N20 G2 Z26 C295.073 R6
N21 G1 Z37
N22 G3 Z52 C252.101 R15
N23 G1 C138.27
N24 G3 Z45.383 C95.691 R20
N25 G1 Z21.654 C34.484
N26 G2 Z20 C23.84 R5
N27 G1 C0
N28 G40
N29 G180
N30 G0 Y100 M30
```

Erläuterung:

N1 : Werkzeug einwechseln. Arbeitsebenewählen. Da die Werkzeugachse die Y-Achse ist, muß G18 gewählt werden.
N2 : Gespeicherte Nullpunktverschiebung G54 aktivieren.
N3 : Für die BY-Ebene auf zylindrisches Koordinatensystem umschalten, Z-Achse als Werkzeugachse einsetzen und Zylinderradius mit 20 mm festlegen.
N4 : Auf Anfangsposition fahren und Spindel starten.
N5 : Vorschubbewegung auf Tiefe.
N6 : Radiuskorrektur BIS zur unteren Kontur aktivieren.
N7 : Radiuskorrektur LINKS aktivieren.
N8-16 : Punkte der Kontur bis 365 (=360 + Auslauf).
N17 : Radiuskorrektur löschen; die Werkzeugspitze sollte in Position 365 stehen.
N18 : Radiuskorrektur LINKS aktivieren; Werkzeug auf die obere Kontur fahren.
N19-27 : Punkte der oberen Kontur.
N28 : Radiuskorrektur löschen.
N29 : Auf Grundkoordinatensystem zurückschalten.
N30 : Werkzeug aus dem Werkstück zurückziehen; Programmende.

Beispiel 2



NB8558

```
N9011
N1 G17
N2 G54
N3 S500 T1 M6
N4 G182 Y1 B1 Z1 R114.6
N5 G0 Y180 B0 Z116 M3
N6 G43 Y200
N7 G1 Z114 F300
N8 G42
N9 B30
N10 G2 Y194.142 B37.071 R20
N11 G1 Y45.858 B112.929
N12 G3 Y40 B120 R20
N13 G1 B240
N14 G3 Y45.858 B247.071 R20
N15 G1 Y194.142 B322.929
N16 G2 Y200 B330 R20
N17 G1 B360
N18 G40
N19 G0 Z150 M30
```

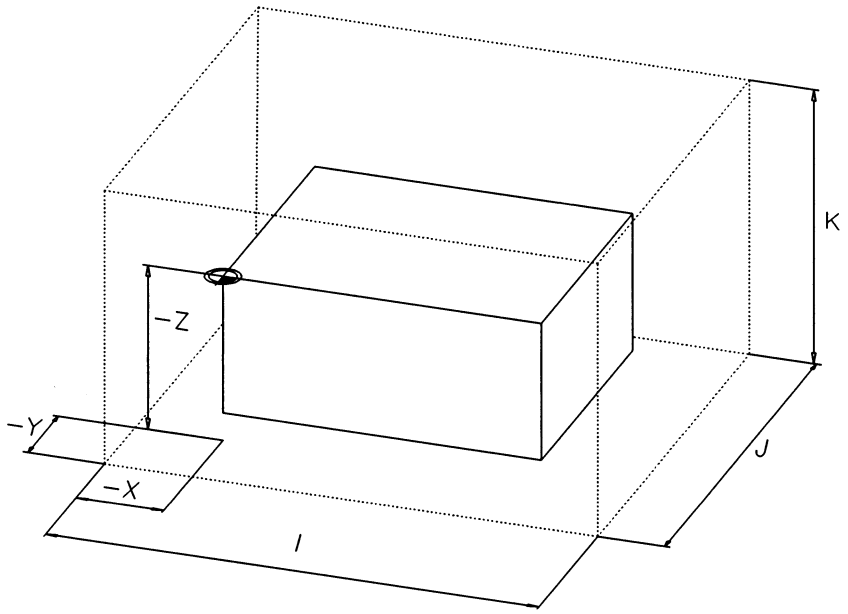
Erläuterung:

N1 : Bearbeitungsebene festlegen.
N2 : Gespeicherte Nullpunktverschiebung G54 aktivieren.
N3 : Werkzeug 1 einwechseln und Spindel starten.
N4 : Für die BY-Ebene auf zylindrisches Koordinatensystem umschalten, Z-Achse als Werkzeugachse einsetzen und Zylinderradius mit 114.6 mm festlegen.
N5 : In Eilgang auf Anfangsposition fahren und Spindel starten.
N6 : Werkzeug BIS zur Kontur fahren.
N7 : Vorschubbewegung auf Tiefe.
N8 : Radiuskorrektur RECHTS aktivieren.
N9-17 : Werkzeug entlang der Kontur fahren. Die Konturpunkte sollten vom Teileprogrammierer aus den Zeichnungsdaten errechnet werden.
N18 : Radiuskorrektur löschen.
N19 : Werkzeug aus dem Werkstück zurückziehen. Programmende.

66. Grafikfenster-Definition G195

Zweck

Definieren der Abmessungen eines 3D-Grafikfensters und dessen Lage bezogen auf den Nullpunkt W. In diesem Fenster werden das Werkstück und die Maschinenteile dargestellt, zur grafischen Simulation des Teileprogrammablaufs.



3D-Grafikfenster-Definition

Format

N... G195 X... Y... Z... I... J... K... {B...} {B1=...} {B2=...}

Zugehörige Funktionen

G98, G99, G196...G199

Parameter

X,Y,Z Anfangskoordinate
I Abmessung parallel zu X
J Abmessung parallel zu Y
K Abmessung parallel zu Z
B Rotation Rundachse hor. (3D)
B1= Rotation Rundachse vert. (3D)
B2= Rotation dritte Rundachse (3D)

Art der Funktion

Nicht modal

Hinweise und Verwendung

GRAFISCHE UNTERSTÜTZUNG

Die verschiedenen Möglichkeiten der grafischen Unterstützung sind im Anhang GRAFISCHE UNTERSTÜTZUNG am Ende dieser Anleitung aufgeführt.

GRAFIKFENSTER

Das Fenster, d.h. ein begrenzter Bereich auf dem Bildschirm, ist ein rechteckiger 3D-Raum, dessen Abmessungen durch die Funktion G195 definiert sind.

Das Fenster wird nicht nur bei der grafischen Simulation eingesetzt, sondern auch bei der Synchrongrafik, bei der die aktuellen Werkzeugbewegungen an der Maschine gleichzeitig am CNC-Bildschirm sichtbar gemacht werden.

RELEVANTE FENSTERACHSE

Dadurch, daß am CNC-Bildschirm ein rechteckiges Bild dargestellt wird, ist der aus dem programmierten Wert (J-Wort) errechnete Maßstab der kürzeren Achse (Y-Achse in der XY-Ebene) entscheidend für den Maßstab der längeren Achse (X-Achse in der XY-Ebene).

KONTURDEFINITION (G196...G199)

Außer einem Fenster können für die grafische Simulation auch die Aussenkontur eines Rohteils und/oder von Maschinenteilen und, nötigenfalls, die Innenkontur definiert werden. Die Abmessungen dieser Konturen werden mit den Funktionen G196 bis G199 programmiert. Siehe die Beschreibung dieser Funktionen.

STANDARDABMESSUNGEN DES FENSTERS

Wenn keine Maßangaben für das 3D-Fenster definiert sind, so werden automatisch die Entfernungen der Software-Endschalter als Standardabmessungen benutzt.

BETRACHTUNGSWINKEL (B, B1=, B2=)

Bei Synchrongrafik oder 3D-Liniengrafik läßt sich das Werkstück in gedrehter Lage betrachten. Die Betrachtungswinkel werden mit den Wörtern B, B1=, B2= definiert.

	B Drehbewegung um	B1= Drehbewegung um	B2= Drehbewegung um
XY-Ebene (G17)	X-Achse	Y-Achse	Z-Achse
XZ-Ebene (G18)	Z-Achse	X-Achse	Y-Achse
YZ-Ebene (G19)	Y-Achse	Z-Achse	X-Achse

Weitere Methoden zur Auswahl eines Betrachtungswinkels finden sich in der Bedienungsanleitung (Steuerungshandbuch).

EINSCHALTSTELLUNG DER BETRACHTUNGSWINKEL

Wenn keine Betrachtungswinkel programmiert sind, so werden automatisch die folgenden Einschaltstellungen wirksam: B60, B1=30 und B2=0

EINSCHRÄNKUNGEN

Im MDI- oder Teach-In (Playback)-Betrieb ist die Verwendung der G195-Funktion nicht zulässig.

Beispiel

```
N9000
N1 G17
N2 G195 X-30 Y-30 Z-70 I170 J150 K100
N3 G199 .....
...
```

Erläuterung:

N1 : Bearbeitungsebene festlegen
N2 : Grafikfenster definieren
N3 : Anfang der Grafik-Konturbeschreibung

67. Ende Grafik-Konturbeschreibung G196

Zweck

Beenden der Konturbeschreibung für die grafische Simulation eines Teileprogrammablaufs.

Format

N... G196

Zugehörige Funktionen

G98, G99, G195, G197...G199

Art der Funktion

Nicht modal

Hinweise und Verwendung

FUNKTIONEN, DIE NACH EINEM G196-SATZ WIRKSAM SIND

Wird für einen Konturbeschreibung G64 benützt, dann wird nach dem G196-Satz die Funktion G64 deaktiviert (G63 ist aktiv)

Ist das letzte Element der Konturbeschreibung einen G2 oder G3, so wird sie nach dem G196-Satz in die Funktion G0 geändert.

Weitere, vor dem G199-Satz wirksame modale Funktionen bleiben unverändert.

EINSCHRÄNKUNGEN

1. G199 muß vor G196 programmiert werden, anderenfalls erfolgt eine Fehlermeldung.

2. G196 kann nicht im MDI- und Teach-In (Playback)-Betrieb verwendet werden.

Beispiel

```
N9000
N1 G17
N2 G195 X-30 Y-30 Z-70 I170 J150 K100
N3 G199 X0 Y0 Z0 D-20
...
N10 G196
```

Erläuterung:

N1 : Bearbeitungsebene festlegen
N2 : Grafikfenster definieren
N3 : Anfang der Grafik-Konturbeschreibung
:
N10 : Ende der Grafik-Konturbeschreibung

ENDE DER KONTURBESCHREIBUNG G196

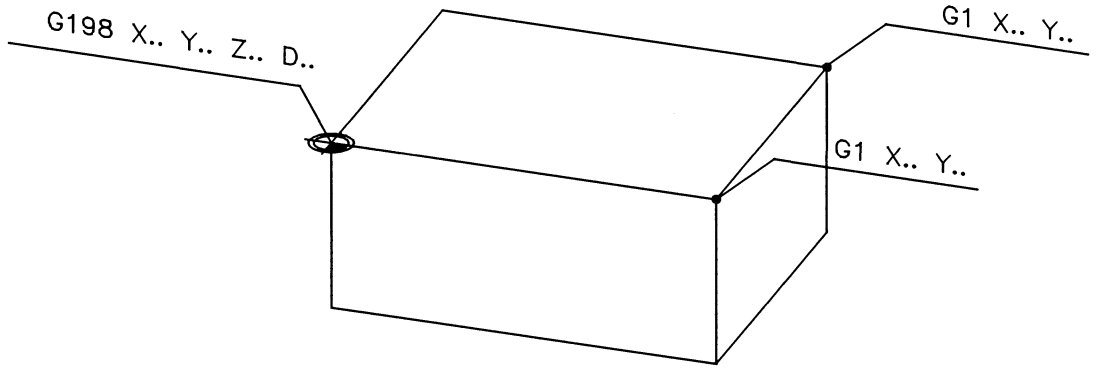
68. Anfang der Innen-/Aussenkonturbeschreibung G197/G198

Zweck

Definieren des Anfangspunktes der Kontur eines Werkstücks oder eines Maschinenteils in einer grafischen Darstellung. Es können sowohl Außen- als Innenkonturen definiert werden. Nachdem der Konturanfangspunkt definiert ist, kann die Kontur mit den Funktionen G1 und G2 oder G3 programmiert werden.

G197 : Anfangspunkt einer Innenkontur definieren

G198 : Anfangspunkt einer Aussenkontur definieren



Konturanfangspunkt definiert.
0: Nullpunkt definiert von G199.

Format

Definieren des Anfangspunktes einer Innenkontur:
N... G197 X... Y... D...

Definieren des Anfangspunktes einer Aussenkontur:
N... G198 X... Y... {Z...} D...

Zugehörige Funktionen

G98, G99, G195...G196, G199

Parameter

X,Y,Z Anfangskoordinate
D Tiefe der Kontur

Art der Funktion

Nicht modal

Hinweise und Verwendung

ANFANGSPUNKT DER KONTURBESCHREIBUNG

Der Konturanfangspunkt wird mit den Linearachsenkoordinaten X, Y und Z programmiert. Die Koordinaten sind auf den im G199-Satz programmierten Punkt bezogen.

Die Koordinaten des Anfangspunktes müssen absolute kartesische Koordinaten sein. Polarkoordinaten dürfen nicht verwendet werden.

Die Verwendung von E-Parametern in Verbindung G197/G198 ist erlaubt. Es können jedoch keine E-Parameter im G197/G198-Satz definiert werden.

Wenn im G198-Satz kein Z-Wort programmiert ist, so wird an seiner Stelle automatisch Z0 verwendet.

Hinweis: Bei G197 wird kein Z-Wort verwendet.

KONTURBESCHREIBUNG

Nachdem der Konturanfangspunkt festgelegt wurde (in einem G197- oder G198-Satz), wird die Kontur mit den Funktionen G1, G2 und G3 programmiert.

G1 :
eine Linie mit dem Endpunkt

G2/G3 :
ein Kreisbogen mit Endpunkt und Radius oder Mittelpunkt und Endpunkt

ein vollständiger Kreis mit nur dem Mittelpunkt

die Verwendung von Spiralen- oder 2.5D-Interpolation ist nicht zulässig

Ein Endpunkt oder Mittelpunkt kann mit absoluten kartesischen oder polaren Koordinaten programmiert werden. Die Koordinaten beziehen sich auf den im G199-Satz programmierten Punkt.

Für komplizierte Konturen läßt sich die Geometriefunktion der Steuerung (G64) einsetzen.

Die Kontur muß geschlossen sein, anderenfalls wird automatisch eine Gerade vom Endpunkt zum Anfangspunkt erzeugt.

Die Kontur muß in der mit der wirksamen Funktion G17, G18 bzw. G19 definierten Hauptebene liegen.

KONTURTIEFE (D)

Die Tiefe der Aussenkontur wird mit dem D-Wort programmiert. Der betreffende Wert richtet sich nach der Werkzeugachsenkoordinate im G198-Satz.

Ist der Konturgrund Z0 (XY-Ebene), so ist die Tiefe positiv. Ist die Oberfläche Z0, so ist die Tiefe negativ.

Die Tiefe der Innenkontur wird ebenfalls mit dem D-Wort programmiert. Der betreffende Wert richtet sich nach der Tiefe der Aussenkontur.

MEHRERE KONTURBESCHREIBUNGEN

Wenn ein Teil aus unabhängigen Konturelementen besteht, z.B. Schichten oder Bohrungen, so kann jedes einzelne Konturelement mit der Funktion G198 bzw. G197 definiert werden. Die vorherige Konturbeschreibung wird mit der jeweiligen Funktion beendet, wonach die Beschreibung der nächsten Kontur beginnt.

Eine vollständige Kontur, d.h. die Aussenkontur ebenso wie die Innenkontur, muß in einem einzigen Abschnitt programmiert werden.

Nachdem alle Konturelemente definiert sind, wird die vollständige Konturbeschreibung mit G196 beendet.

INNENKONTUREN

Eine Innenkontur muß innerhalb einer vorher definierten Aussenkontur liegen.

Innenkonturen dürfen die Seiten der Aussenkontur nicht schneiden oder tangieren.

Eine Innenkontur darf nicht innerhalb einer anderen Innenkontur liegen.

BEENDEN EINER KONTURBESCHREIBUNG

Eine Konturbeschreibung wird beendet, indem mit G198 eine weitere Aussenkontur oder mit G197 eine Innenkontur definiert wird, oder aber, wenn mit G196 angegeben wird, daß keine weiteren Konturen vorgesehen sind.

KONTURBESCHREIBUNG IM MAKRO

Wird für die Konturbeschreibung ein Makro verwendet, z.B. um Maschinenteile zu beschreiben, so müssen sämtliche Grafikfunktionen (G199, G198, G197, G196) im Makro enthalten sein.

FUNKTIONEN DIE BEI EINER KONTURBESCHREIBUNG ZULÄSSIG SIND

Bei einer Konturbeschreibung können nur die folgenden Funktionen verwendet werden:

- G1, G2, G3 : zum Beschreiben einer Kontur
- G64/G63 : zum Definieren der Kontur unter Zuhilfenahme der Geometriefunktion
- G196 : zum Beenden der Konturbeschreibung
- G197/G198 : zum Definieren einer weiteren Kontur

FUNKTIONEN DIE BEI EINER KONTURBESCHREIBUNG ÜBERLESEN WERDEN

Funktionen wie Radiuskorrektur, Vergrößern/Verkleinern, Spiegeln und Achsendrehung, soweit sie vor dem Betrieb mit G199 wirksam waren, werden während der grafischen Simulation überlesen. Es wird keine entsprechende Fehlermeldung ausgegeben.

Es empfiehlt sich daher, die folgenden Funktionen vor dem Betrieb mit G199 zu aktivieren:

- G40 (keine Radiuskorrektur)
- G72 (kein Spiegeln oder Vergrößern/Verkleinern)
- G90 Absolute Koordinaten
- G93 B4=0 (keine Achsendrehung)
- G180 Grundkoordinatensystem

EINSCHRÄNKUNGEN ZUR KONTURBESCHREIBUNG

1. Die Achsenkoordinaten müssen absolut sein und in der wirksamen Hauptebene liegen.

2. Die G1- und G2/G3-Satze erlauben den Einsatz von Polarkoordinaten und der Kombination einer Koordinate mit einem Winkel. Diese können nicht zum Definieren des Konturanfangspunktes verwendet werden.

3. Bei einer Konturbeschreibung können keine vorher definierten Punkte verwendet werden.

4. Zum Definieren des Konturanfangspunktes dürfen keine E-Parameter verwendet werden. Die Verwendung von Parametern bei der Konturbeschreibung ist möglich (G1- und G2/G3-Sätze).

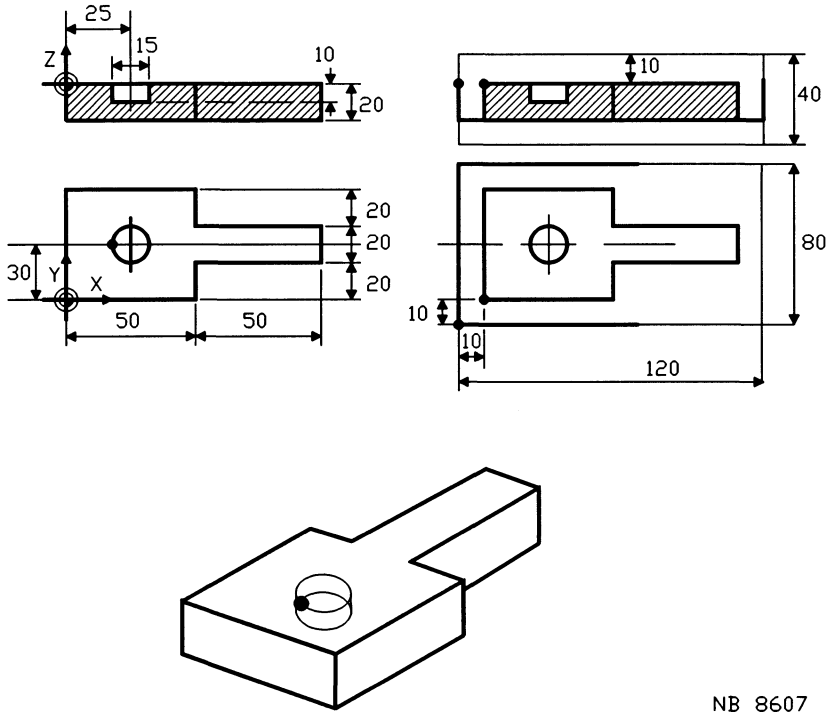
EINSCHRÄNKUNGEN ZUM BETRIEB MIT G197 UND G198

1. Bei Betrieb mit G197 wird keine Z-Koordinate verwendet. Die Tiefe (D-Wort) bei G197 richtet sich nach der Tiefe der Aussenkontur.

2. G197 und G198 können nicht im MDI- oder Teach-in (Playback)-Betrieb verwendet werden.

Beispiel

BEISPIEL 1 Außen- und Innenkontur-Definition

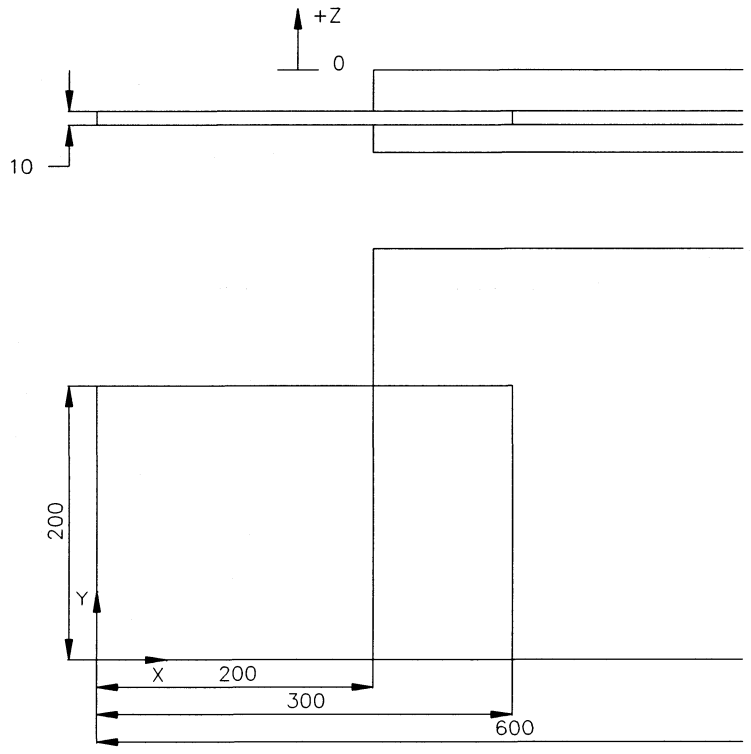



```
N1971981
N1 G17
N2 G195 X-10 Y-10 Z10 I120 J80 K-40
N3 G199 X0 Y0 Z0 B1 C2
N4 G198 X0 Y0 Z0 D-20
N5 G1 X50
N6 Y20
N7 X100
N8 Y40
N9 X50
N10 Y60
N11 X0
N12 Y0
N13 G197 X17.5 Y30 D-10
N14 G2 I25 J30
N15 G196
```

Erläuterung:

N1	:	XY-Ebene als Bearbeitungsebene festlegen
N2	:	Grafikfenster zum Definieren des 3D-Raumes setzen
N3	:	Anfang der Konturbeschreibung
N4	:	Anfangspunkt der Aussenkontur definieren
N5-N12	:	Beschreibung der Aussenkontur. Die Koordinaten beziehen sich auf den im G199-Satz programmierten Punkt
N13	:	Anfangspunkt der Innenkontur definieren
N14	:	Innenkontur als einen vollständigen Kreis beschreiben
N15	:	Ende der Konturbeschreibung

BEISPIEL 2 : Kontur mit verschiedenen Schichten

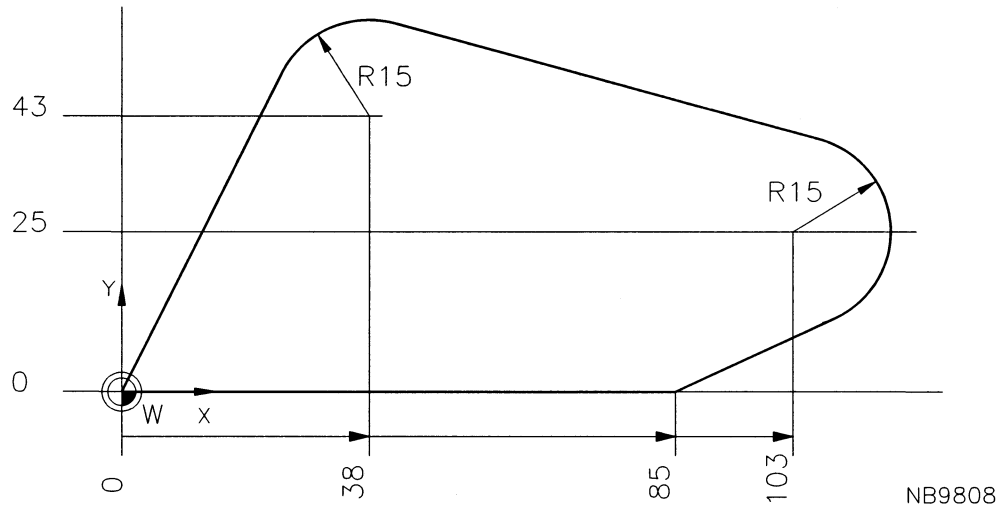



```
N1971982
N1 G54
N2 G17
N3 G195 X-5 Y-5 Z5 I610 J310 K-70
N4 G199 X0 Y0 Z0 B1 C2
N5 G198 X0 Y0 Z-30 D-10
N6 G1 X300
N7 Y200
N8 X0
N9 Y0
N10 G198 X200 Y0 Z0 D-30
N11 G1 X600
N12 Y300
N13 X200
N14 Y0
N15 G198 X200 Y0 Z-40 D-20
N16 G1 X600
N17 Y300
N18 X200
N19 Y0
N20 G196
:
```

Erläuterung:

N1	:	Programmnullpunkt setzen
N2	:	XY-Ebene als Bearbeitungsebene festlegen
N3	:	Grafikfenster zum Definieren des 3D-Raumes setzen
N4	:	Anfang der Konturbeschreibung
N5	:	Anfangspunkt der Aussenkontur definieren (erste Schicht)
N6-N9	:	Erste Schicht beschreiben
N10	:	Anfangspunkt der Aussenkontur beschreiben (zweite Schicht)
N11-N14	:	Zweite Schicht beschreiben
N15	:	Anfangspunkt der Aussenkontur beschreiben (dritte Schicht)
N16-N19	:	Dritte Schicht beschreiben
N20	:	Ende der Konturbeschreibung

BEISPIEL 3 : Mit Hilfe der Geometriefunktion beschriebene Kontur




```
N1971983
N1 G54
N2 G17
N3 G195 X-10 Y-10 Z10 I138 J78 K-30
N4 G199 X0 Y0 Z0 B1 C2
N5 G198 X0 Y0 Z0 D-10
N6 G64
N7 G1 X85 Y0
N8 R1=0
N9 G3 I103 J25 R15 R1=0
N10 G1 R1=0
N11 G3 I38 J43 R15    R1=0
N12 G1 X0 Y0
N13 G63
N14 G196
N15 S1000 T1 M6
N16 G0 X-15 Y-15 Z20 M3
N17 G1 Z-10 F1000
N18 G43 Y0
N19 G42
N20 G14 N1=6 N2=13
N21 G40
N22 G0 X-15 Y-15 Z100 M30
```

Erläuterung:

N1	:	Programmnullpunkt setzen
N2	:	XY-Ebene als Bearbeitungsebene festlegen
N3	:	Grafikfenster zum Definieren des 3D-Raumes setzen
N4	:	Anfang der Konturbeschreibung
N5	:	Anfangspunkt der Aussenkontur definieren
N6-N13	:	Aussenkontur beschreiben. Die Koordinaten beziehen sich auf den im G99-Satz programmierten Punkt. Die Programmierung der Kontur erfolgt mit Hilfe der Geometriefunktion der Steuerung.
N14	:	Ende der Konturbeschreibung
N15	:	Werkzeug einwechseln und Spindeldrehzahl setzen
N16	:	Spindel einschalten und Werkzeug auf die Ausgangsposition fahren
N17	:	Werkzeug auf Tiefe fahren
N18	:	Werkzeug BIS zur Kontur fahren
N19	:	Radiuskorrektur RECHTS abrufen
N20	:	Entlang der Kontur fahren. Im Betrieb mit G14 wird die in der Aussenkonturbeschreibung programmierte Kontur verwendet
N21	:	Radiuskorrektur löschen
N22	:	Werkzeug auf die Ausgangsposition fahren und in der Werkzeugachse wegfahren. Programmende.

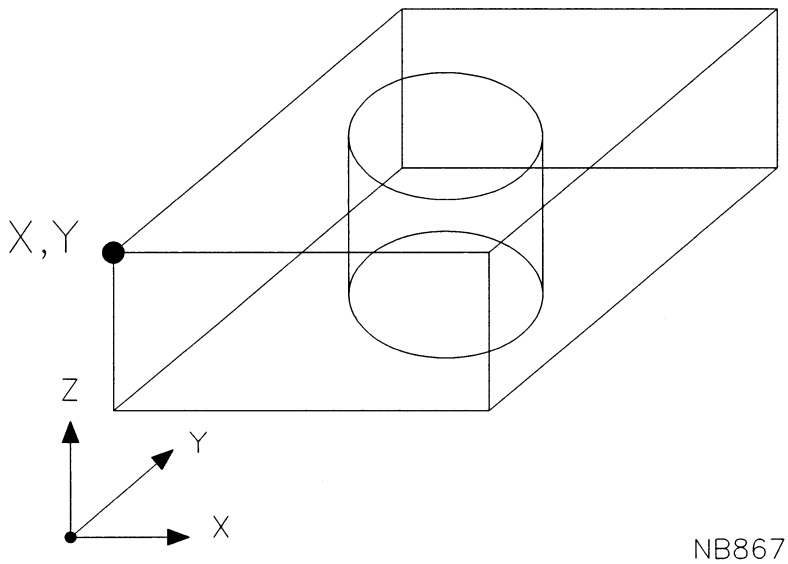
69. Anfang Grafik-Konturbeschreibung G199

Zweck

1. Definieren der Position einer Rohteilkontur, bezogen auf den Programmnullpunkt oder den Maschinennullpunkt, zwecks der grafischen Simulation eines Teileprogrammablaufs.

2. Definieren der Position irgendeines Maschinenteils, mit dem das Werkzeug kollidieren könnte. Die Kollision muß während der grafischen Simulation erkannt werden.

3. Zeichnen einer Kontur während der Simulation der Drahtmodellgrafik.



NB8679a

Format

Definieren einer Rohteilkontur:
N... G199 [Koordinaten der Position] B1 {C1} {C2}

Definieren einer Maschinenteilkontur:
N... G199 [Koordinaten der Position] B2 {C1} {C2}

Zeichnen einer Kontur während der Simulation der Drahtmodellgrafik.
N... G199 [Koordinaten der Position] B3 {C1} {C2}

Zugehörige Funktionen

G98, G99, G195...G198

Parameter

X,Y,Z	Anfangskoordinate
B	Model 1=Mat.,2=Masch.,3=Kontur
C	Nullpunkt 1=Maschine,2=Werkstück

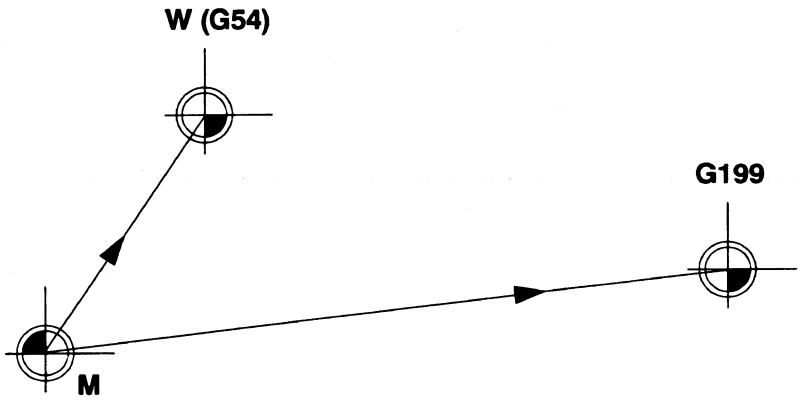
Art der Funktion

Nicht modal

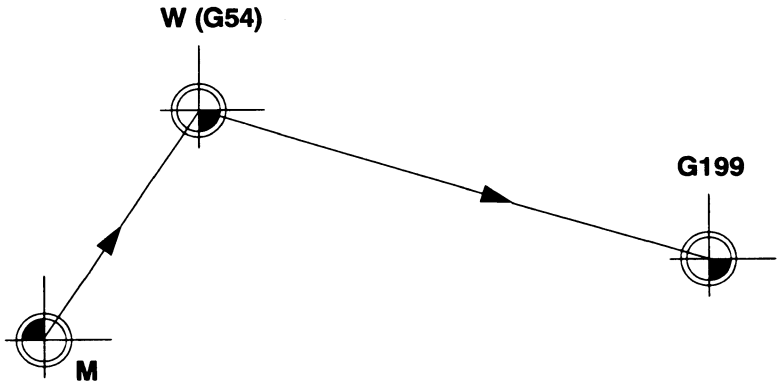
Hinweise und Verwendung

NULLPUNKT (C1/C2)

Die Position der Kontur kann entweder auf den Maschinennullpunkt MO oder auf den Programmnullpunkt W bezogen sein.



C1 Die Position der Kontur ist auf den Maschinennullpunkt MO bezogen.



C2 Die Position der Kontur ist auf den Programmnullpunkt W bezogen.

EINSCHALTSTELLUNGEN FÜR DIE NULLPUNKTE

Wenn kein C-Wort programmiert ist, so gelten automatisch folgende Einschaltstellungen:

Für ein Rohteil beziehen sich die G199-Koordinaten auf den Programmnullpunkt W (C2).

Für Maschinenteile beziehen sich die G199-Koordinaten auf den Maschinennullpunkt MO (C1).

KOORDINATEN DER KONTURPOSITION

Die Koordinaten der Konturposition müssen absolute, kartesische Koordinaten sein. Die Verwendung von Polarkoordinaten ist nicht zulässig. Die Koordinaten beziehen sich auf den mit dem C-Wort definierten Punkt.

Es ist nicht möglich, die Konturposition mit E-Parametern zu definieren. Definierte Punkte können nicht verwendet werden.

ART DER KONTURBESCHREIBUNG (B)

Die Konturbeschreibung kann dreierlei Zwecke dienen:

1. Definieren der Kontur eines Rohteils (Wort B1).
2. Definieren der Kontur von Maschinenteilen, etwa Spannzeuge (Wort B2).
3. Zeichnen der Kontur von bearbeitenden Teilen (Wort B3).

ROHTEIL (B1)

Die Außen- und Innenkontur eines Rohteils, d.h. die Form des unbearbeiteten Materials, kann mit Hilfe der Grafikfunktionen beschrieben werden. Der Arbeitsgang läßt sich an der CNC simulieren.

Für Einzelheiten über die Konturbeschreibung siehe die Funktionen G197/G198.

MASCHINENTEILE (B2)

Die Konturen von Maschinenteilen, z.B. Spannzeuge, können ebenfalls mit der G199-Funktion beschrieben werden. Eventuelle Kollisionen zwischen Werkzeug und Maschinenteilen lassen sich auf diese Weise erkennen.

Die für die Beschreibung von Werkstückkonturen gegebenen Einzelheiten gelten ebenfalls für Maschinenteile, wobei allerdings das B-Wort im G199-Satz B2 sein muß.

Die Maschinenteile werden meist am Anfang des Teileprogramms beschrieben. Die beschreibenden Sätze können jedoch auch weiter hinten im Programm stehen, in einem gesonderten Teil des Arbeitszyklus.

Es können einige Formen nacheinander programmiert werden, was den Aufbau des Maschinenteils aus mehreren Schichten erlaubt.

In einem Teileprogramm können mehrere Maschinenteile definiert werden.

Mit Hilfe von Makros läßt sich eine Bibliothek von Maschinenteilen anlegen.

KONTUREN (B3)

Die Kontur eines bearbeiteten Teiles (Aussenkontur Rechtecktasche), kann mit Hilfe der Grafikfunktionen beschrieben werden.

Die Kontur ist nur während der Simulation de Drahtmodellgrafik sichtbar.

Für Einzelheiten über die Konturbeschreibung siehe die Funktionen G197/G198. Für Konturen wird jedoch im G199 B3 programmiert.

Die Konturen können überall im Teileprogramm beschrieben werden. In einem Teileprogramm können mehrere Konturen definiert werden.

Es besteht kein unterschied zwischen G198 und G197 Konturen.

Die Konturen werden in der Farbe hellblau (Cyan) gezeichnet.

WERKZEUGSYMBOL

Mit dem G-Wort im Werkzeugspeicher kann dem Werkzeug ein Werkzeugsymbol zugeordnet werden. Es steht eine Reihe von Werkzeugsymbolen zur Auswahl. Sie ermöglichen es der CNC, den Arbeitsgang genau zu simulieren.

Für die Auswahl eines Werkzeugsymbols siehe die Bedienungsanleitung (Steuerungshandbuch).

GRAFIKFUNKTIONEN UND MAKROS

Die Funktionen für den Anfang der Konturbeschreibung (G199), für die Konturbeschreibung

selbst (G198 und/oder G197) und für ihre Beendigung (G196) müssen im gleichen Teileprogramm oder Unterprogramm (Makro) enthalten sein.

Die Verwendung von E-Parametern in Verbindung G199 ist erlaubt. Es können jedoch keine E-Parameter im G199-Satz definiert werden.

WEITERE ROHTEILKONTURBESCHREIBUNGEN

Ein Teileprogramm kann mehrere Konturbeschreibungen für ein Rohteil enthalten. Jede Kontur muß mit den Funktionen G199, G198 und G196 definiert werden. Darüber hinaus muß ein neues Grafikfenster (G195) definiert werden.

Am Bildschirm wird nur eine Rohteilkontur dargestellt. Wird eine neue Beschreibung erkannt, so wird die vorherige gelöscht und die neue Kontur dargestellt.

EBENENAUSWAHL (G17, G18, G19)

Wenn eine der Funktionen für die Ebenenauswahl (G17, G18 oder G19) erkannt wird, so wird das dargestellte Programm gelöscht. Nach der G-Funktion für die Ebenenauswahl kann eine weitere Konturbeschreibung folgen.

Es werden nur die Bewegungen in der zuletzt programmierten Ebene angezeigt.

ZYLINDERINTERPOLATION

Die in der Zylinderebene programmierten Bewegungen (G182) können nicht am CNC-Bildschirm dargestellt werden.

EINSCHRÄNKUNGEN

1. Dem G199-Satz sollte eine G198-Funktion unmittelbar folgen.

2. Die G199-Funktion kann nicht im MDI- oder Teach-In (Playback)-Betrieb verwendet werden.

3. Eine Konturbeschreibung sollte nicht wiederholt werden, wenn an einer anderen Stelle G14 programmiert wurde. Die CNC wiederholt dann nämlich die Konturbeschreibung und die zugehörigen Operationen vor der G14-Funktion und beendet den Vorgang nicht korrekt.
   Es empfiehlt sich, die Sätze nochmals im Programm zu schreiben oder die Konturbeschreibung in ein Makro einzubinden.

4. Eine Konturbeschreibung darf nur im Grundkoordinatensystem erfolgen, d.h. im Betrieb mit G180.

BETRIEB MIT EINER KONTURBESCHREIBUNG

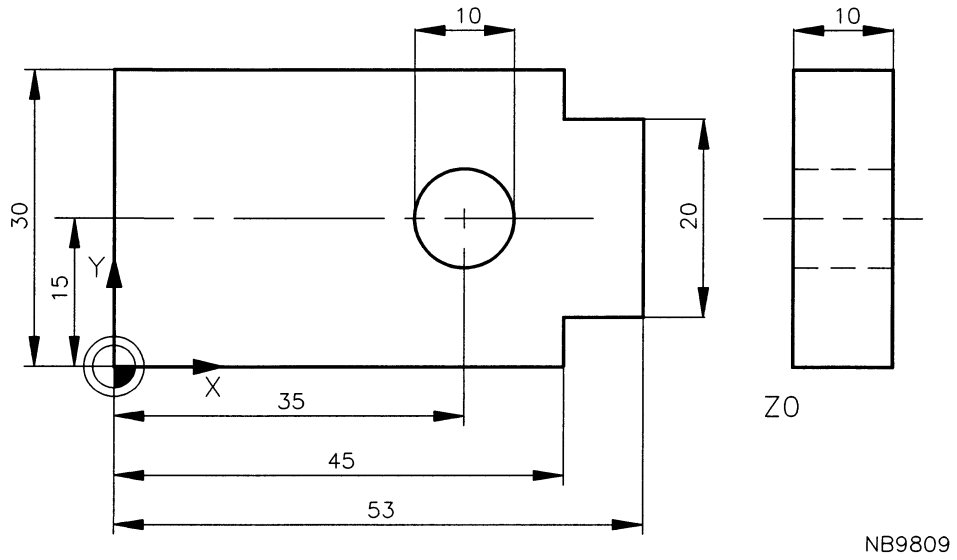
1. Eine zwischen G199 und G196 beschriebene Kontur wird als ein Programmsatz verarbeitet, d.h. die gesamte Kontur wird im Einzelsatzbetrieb in einem Schritt bearbeitet.

2. Die Suche nach einem Satz zwischen G199 und G196 über manuelle Satzsuche ist nicht zulässig und führt zu einer Fehlermeldung.

3. Die Konturbeschreibung kann nicht durch die Anweisung "Intervention" unterbrochen werden. Die Anweisung wird erst ausgeführt, nachdem die Kontur vollständig beschrieben ist.

Beispiel

Definieren einer Rohteilkontur mit Spannzeugen



Jedes Spannzeug wird in einem gesonderten Makro beschrieben. Der Anfangspunkt der Spannzeugkontur wird mit zwei Parametern programmiert:

E1 : X-Koordinate des Konturanfangspunktes bezogen auf den Programmnullpunkt
E2 : Y-Koordinate des Konturanfangspunktes bezogen auf den Programmnullpunkt

Die Kontur selbst wird mit festen Maßangaben programmiert.

Bei Verwendung dieses Spannzeugs in unterschiedlichen Teileprogrammen müssen die beiden Parameter beim Makro-Aufruf eingestellt werden. Das Spannzeug kann dann für grafische Zwecke eingesetzt werden.

Makro für das linke Spannzeug

```
N1991
N1 G92 X=E1 Y=E2
N2 G199 X0 Y0 Z0 B2  C2
N3 G198 X0 Y0 Z0 D10
N4 G1 X45
N5 Y5
N6 X53
N7 Y25
N8 X45
N9 Y30
N10 X0
N11 Y0
N12 G197 X30 Y15 D-10
N13 G2 I35 J15
N14 G196
N15 G92 X=-E1 Y=-E2
```

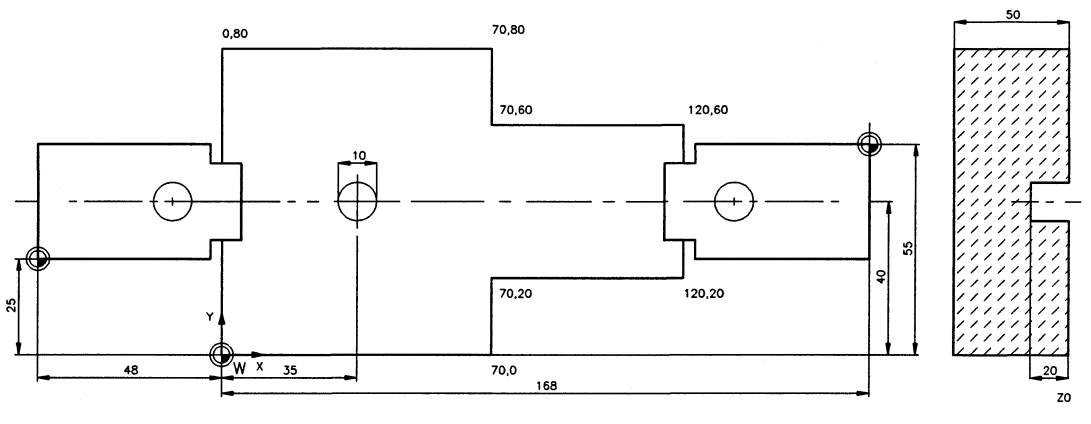
Makro für das rechte Spannzeug

```
N1992
N1 G92 X=E1 Y=E2
N2 G199 X0 Y0 Z0 B2 C2
N3 G198 X0 Y0 Z0 D10
N4 G1 X-45
N5 Y-5
N6 X-48
N7 Y-25
N8 X-45
N9 Y-30
N10 X0
N11 Y0
N12 G197 X-30 Y-15 D-10
N13 G2 I-35 J-15
N14 G196
N15 G92 X=-E1 Y=-E2
```

Erläuterung:

N1	:	Nullpunktverschiebung, damit der Startpunkt des Spannzeugs mit dem Programmnullpunkt zusammenfällt.
N2	:	Anfang der Konturbeschreibung des Spannzeugs. Der Nullpunkt ist der Zeichnung zu entnehmen. Die verwendeten Koordinaten beziehen sich auf den Programmnullpunkt.
N3	:	Anfang der Beschreibung der Aussenkontur des Spannzeugs. Die Verschiebungswerte beziehen sich auf den im G199-Satz angegebenen Punkt.
N4/N11	:	Beschreibung der Aussenkontur. Die verwendeten Koordinaten beziehen sich auf den im G199-Satz definierten Punkt. Die Tiefe D wird relativ zur Oberfläche gemessen (Z0 im G199-Satz).
N12	:	Anfang der Innenkonturbeschreibung. Die Verschiebungswerte beziehen sich auf den im G199-Satz angegebenen Punkt. Die Tiefe D wird relativ zur Oberfläche gemessen (Z0 im G199-Satz).
N13	:	Beschreibung der Innenkontur als eine Bohrung. Die Mittelpunktkoordinaten beziehen sich auf den im G199-Satz definierten Punkt
N14	:	Ende der Beschreibung der Spannzeugkontur
N15	:	Programmnullpunkt zurückstellen

Grafikteil des Teileprogramms:



NB9810

```
N199000
N1 G17
N2 G54
N3 S1200 T1 M6
N4 G195 X-20 Y-20 Z-60 I160 J110 K70
N5 G199 X0 Y0 Z0 B1 C2
N6 G198 X0 Y0 D-50
N7 G1 X70
N8 Y20
N9 X120
N10 Y60
N11 X70
N12 Y80
N13 X0
N14 Y0
N15 G197 X30 Y40 D-20
N16 G2 I35 J40
N17 G196
N18 G22 N=1991 E1=-48 E2=25
N19 G22 N=1992 E1=168 E2=55
:
N200 M30
```

Erläuterung:

N1	:	XY-Ebene als die Hauptebene festlegen
N2	:	Nullpunkt setzen
N3	:	Werkzeug einwechseln und Spindeldrehzahl festlegen
N4	:	Grafikfenster zum Definieren des 3D-Raumes setzen
N5	:	Anfang der Rohteilkonturbeschreibung. Der Anfangspunkt der Kontur fällt mit dem Programmnullpunkt zusammen.
N6	:	Anfang der Aussenkonturbeschreibung. Die Verschiebungswerte beziehen sich auf den im G199-Satz angegebenen Punkt.
N7/N14	:	Beschreibung der Aussenkontur. Die verwendeten Koordinaten beziehen sich auf den im G199-Satz definierten Punkt. Die Tiefe D wird relativ zur Oberfläche gemessen (Z0 im G199-Satz).
N15	:	Anfang der Innenkonturbeschreibung. Die Verschiebungswerte beziehen sich auf den im G199-Satz angegebenen Punkt. Die Tiefe D wird relativ zur Oberfläche gemessen (Z0 im G199-Satz).
N16	:	Beschreibung der Innenkontur als eine Bohrung. Die Mittelpunktkoordinaten beziehen sich auf den im G199-Satz definierten Punkt.
N17	:	Ende der Rohteilkonturbeschreibung
N18	:	Makro für das linke Spannzeug aufrufen.
N19	:	Makro für das rechte Spannzeug aufrufen.

70. Anfang Taschenzyklus G200

Zweck

Der universelle Taschenzyklus ermöglicht eine bequemere und schnellere Erstellung von CNC-Programmen zum Fräsen beliebigförmiger Taschen, ob mit oder ohne Inseln.

Format

N... G200

Zugehörige Funktionen

G200...G208

Parameter

Keine

70.1 Einführung universeller Taschenzyklus

Der universelle Taschenzyklus ermöglicht eine bequemere und schnellere Erstellung von CNC-Programmen zum Fräsen beliebigförmiger Taschen, ob mit oder ohne Inseln.

Zum Vorbohren der Startposition(en) des Fräsers im Werkstück kann ein Startpunktemakro erzeugt und verwendet werden. Die CNC berechnet die minimale Anzahl der Startpositionen, die zum Bearbeiten der Tasche erforderlich sind, wodurch die Bearbeitungszeit auf ein Minimum beschränkt bleibt.

Der Programmierer muß die Programmnummern der erforderlichen Makros angeben, die Bearbeitungsparameter wie Vorschubgeschwindigkeit, Sicherheitsabstand, Fräserradius (In Werkzeugtabelle) u.dgl., sowie den Startpunkt und die Abmessungen der Taschenkontur.
Die CNC braucht diese Daten, um die Startpunkte und Koordinaten der parallel zu den Konturelementen verlaufenden Werkzeugbahnen zu berechnen. Diese Berechnungen werden vorher durchgeführt und später wird die Tasche gefräst.

Das Makro wird nur einmal berechnet. Der Inhalt dieses Makros wird erneut verwendet, immer wenn das Makro im CNC-Programm aufgerufen wird. Wenn Änderungen stattgefunden haben, zum Beispiel wenn ein anderer Fräserradius verwendet wird, wird die Berechnung wieder ausgeführt.

Die Werkzeugbewegungen werden nach dem konturparallelen Verfahren ausgeführt. Dieses Verfahren ermöglicht es, Frästaschen äußerst wirtschaftlich zu bearbeiten.

Die Nachbearbeitung der Kontur kann als ein separates Makro im Bearbeitungsprogramm eingebunden sein.

Die folgenden Informationen müssen vor den zu berechnenden universellen Taschenzyklen programmiert werden und gibt an, daß:
- die Koordinaten der Fräserbahnen berechnet werden müssen, (sofern sie noch nicht berechnet sind).
- die Fräserbahnen in einem von der CNC erzeugten Makro programmiert werden; die Nummer (N1=..) dieses Bearbeitungsmakros wird in einem G201-Satz programmiert.
- nötigenfalls (angegeben von N2=.. in einem G201-Satz) ein zweites Makro zum Bohren der Startpunkte erzeugt wird.
- nötigenfalls (angegeben in einem G203- oder G205-Satz) die Makros (N1=..) zur Nachbearbeitung der Konturen erzeugt wird.

Alle Betriebsbedingungen wie Bearbeitungsebene, Nullpunktverschiebungen und Werkzeugkorrekturen sollten aktiviert werden bevor die G200-Funktion ausgeführt wird.
Punktdefinitionen (G78) die zur Angabe der Taschenkontur verwendet werden, sollten vor dem G200-Satz definiert werden.

Alle universellen Taschenzyklen, die zwischen einem G200-Satz und G202 oder M30 programmiert sind, werden gleichzeitig berechnet.

Ein G200-Satz kann in ein Makro eingebunden werden; die Tasche wird jedoch nur gesucht in Makros die tiefer geschachtelt sind.

Die CNC berechnet die Makros bevor das CNC-Teileprogramm ausgeführt wird. Daher werden Sätze zwischen G200 und G201 zuerst ignoriert. Nachdem die Makros erzeugt worden sind, werden diese Sätze abgearbeitet.

Ab V321 werden generierte Makros für den Bediener nicht mehr sichtbar im Makrospeicher angezeigt. Möchte man ein Makro in einem anderen Programm verwenden, muß zuerst im Makrospeicher die Makronummer eingegeben werden. Erst dann erscheint das Makro sichtbar im Makrospeicher und kann ein-/ausgelesen werden.

Da der Speicherplatz begrenzt ist, dürfen die Taschenkontur und zugehörige Inseln nicht mehr als 50 Seiten in Anspruch nehmen. Zum Speichern von etwa 50 Seiten sind 15 KB zusätzliche Speicherkapazität erforderlich.
Eine Kreisbewegung größer oder gleich 180 wird so verarbeitet als bestehe sie aus zwei Elementen, und zwar deswegen, weil das CNC-System diese Bewegungsart automatisch in zwei gleiche Teile aufteilt.

Die Bearbeitungsebene (G17/G18/G19) muß definiert werden, bevor G200 oder nachdem G202 programmiert wurde.

Wenn die Koordinaten der definierten Punkte verändert werden nachdem die Steuerung die Tasche berechnet hat, so muß die Tasche neu durchgerechnet werden. Die Makros, die während der zweiten Berechnung der Tasche erzeugt werden, werden abgespeichert. Die Makros aus der ersten Berechnung werden gelöscht.

Zum Berechnen der Makros werden Merkmale und Größen wie programmierte Punkte, Vergrößerung/Verkleinerung, Drehungen, Spiegeln u.dgl. derart verwendet, wie sie im betreffenden G200-Satz wirksam sind.

Wenn bei einem Taschenzyklus Fehler erzeugt werden oder wenn aus der Grafikdarstellung hervorgeht, daß Material zurückbleibt, so sollte der Programmierer das betreffende Programm andern, damit diese Fehler nicht mehr auftreten. Folgende Änderungen werden vorgeschlagen: Prozentsatz der Überlappung ändern, Programmablauf ändern, Eintrittspunkt ändern, Programm aufteilen, Pseudo-Insel von 0.001 mm definieren.

Beim Auftreten eines Rechenfehlers während Bearbeitung eines Taschenzyklus (0170, 0176) bitte überprüfen Sie die Taschenkontur. Wenn die Kontur stimmt, bitte überprüfen Sie die Größe des Werkzeugradius bezogen auf Kontur und Inseln, und wählen Sie ein Werkzeug mit einem kleineren Radius wenn der Radius des programmierten Werkzeug vergleichsweise groß ist.

Wenn in Taschenzyklen der Werkzeugradius vergleichsweise groß ist bezogen auf der Taschenkontur oder den Inseln nachfolgende Probleme können auftreten:
- G201 I... Bestimmte I-Werte können bewirken daß Material bleibt stehen oder programmierte Insel verletzt werden.
- Fehler P163, 0170 oder 0176 können auftreten.

Die einzigen Art obengenannte Probleme zu umgehen ist ein Werkzeug zu wählen mit kleinerem Radius zur Bearbeitung diesen Taschenzyklen.

70.2 Programmstruktur

Ein Taschenprogramm wird in der nachfolgenden Programmstruktur aufgezeigt. Alle G-Funktionen sind angezeigt.

```
N99999 G54
N1 G17
N2     \
:      > Normale Bearbeitung
N96    /
N97 G200                 Anfang der Taschenzyklus
N98 G81                  Bohrzyklus definieren
N99 G22 N=..             Startpunkte vorbohren
N100 G201 N1=.. N2=..    Anfang der Taschenbeschreibung zum Fräsen der Tasche
N101 G203 N1=..          Anfang der Taschenkonturbeschreibung
N102   \
:      > Taschenkonturbeschreibung
N109   /
oder
N101 G208 N1=..          Taschenkonturbeschreibung als ein regelmäßiges Viereck.
N110 G204                Ende Taschenkonturbeschreibung
N111 G205 N1=..          Anfang Inselkonturbeschreibung
N112   \
:      > Konturbeschreibung Insel 1
N118   /
N119 G206                Ende Inselkonturbeschreibung
N120 G205 N1=..          Anfang Inselkonturbeschreibung
N121   \
:      > Konturbeschreibung Insel 2
N129   /
N130 G206                Ende Inselkonturbeschreibung
N131 G207 N=..           Konturbeschreibung Insel 3 im Makro
N132 G202                Ende Taschenkonturzyklus

N350 G22 N=..            Nachbearbeiten der Kontur
N351 G22 N=..            Nachbearbeiten Insel 1
N352 G22 N=..            Nachbearbeiten Insel 2
N353 G22 N=..            Nachbearbeiten Insel 3
```

70.3 Verschieben, Drehen und Spiegeln einer Tasche

Ein Taschenzyklus kann mit einem anderen als dem während der Programmausführung benutzten Nullpunkt geschrieben werden. Die Notwendigkeit hierfür hat entweder arithmetische Gründe oder ergibt sich, wenn die Tasche in einem Makro eingebunden ist.
Der andere Nullpunkt wird durch Programmieren einer Nullpunktverschiebung und/oder einer Achsendrehung vor dem G201-Satz festgelegt.

Die Nullpunktverschiebung und/oder die Achsendrehung werden mit der Standardfunktion G92 bzw. G93 programmiert. Die Achsenumsetzung wird dann am erzeugten Bearbeitungsmakro ausgeführt.
Nach dem Ausräumen der Tasche muß der Teileprogrammierer den Programmnullpunkt wieder an die richtige Stelle legen.
Ferner muß der Teileprogrammierer bei der Verwendung von Makros für die Startpunkte und für die Nachbearbeitung der Taschenkontur darauf achten, daß der richtige Nullpunkt verwendet wird.

Eine Tasche kann in ein und demselben Teileprogramm nochmals gefräst werden, indem eine neue Startposition und Orientierung programmiert werden.

Beispiel:

```
N9001
:
N90 G200
N100 G201 N1=9999
N110 G203
:    \
:    > Beschreibung der Taschenkontur
:    /
N200 G204

N205 G205
:    \
:    > Beschreibung einer Inselkontur
:    /
N206 G206
N300 G202
:
N400 G92 X.. Y.. Z.. B4=..
N410 G22 N=9999
:
N500 G73 X-1
N510 G22 N=9999
```

Erläuterung:
Mit Satz N400 wird der Nullpunkt verschoben und die Tasche gedreht (B4=..), so daß der Startpunkt der Tasche neu positioniert ist. Im Satz N410 wird das Bearbeitungsmakro aufgerufen.
Die Tasche wird jetzt an einer neuen Position nochmals gefräst.

In diesem Beispiel (G17 wirksam) ist das Spiegeln um die Y-Achse mit Satz N500 programmiert. Mit Satz N510 wird das Bearbeitungsmakro spiegelbildlich abgearbeitet.
Der Nachteil ist, daß eine Tasche im Gleichlauf und die andere Tasche im Gegenlauf gefräst wird. Sollte dies aus technologischen Gründen nicht brauchbar sein, kann die Spiegelfunktion nicht verwendet werden. Die gespiegelte Tasche muß dann wieder eigens programmiert werden.

70.4 Gleiche Tasche in einem anderen Programm

Wenn die gleiche Tasche (ob mit oder ohne Inseln) in mehreren Programmen vorkommt, so kann die vollständige Tasche als ein Makro geschrieben werden. Das Makro wird dann an jener Stelle im Teileprogramm aufgerufen, an der die Tasche gefräst werden soll.

Die Funktionen G201, G202, G203/204, und G205/G206 müssen im Makro enthalten sein.

Die Programmierung vom Makro lautet:

```
N9001 G201 Y.. Z.. B.. N1= N2=
N1 G203
:   \
:   > Taschenkontur
:   /
N8 G204
N9 G205
:   \
:   > Kontur Insel 1
:   /
N13 G206
N14 G205
:   \
:   > Kontur Insel 2
:   /
N18 G206
N19 G202
```

Stellt ein Makro für eine Tasche mit Inseln dar.

Das Teileprogramm mit diesem Makro könnte so aussehen:

```
N9999
N1 G200
:
N50 G22 N=9001
```

Mit einer Nullpunktverschiebung vor dem Makroaufruf wird die Tasche in die richtige Lage positioniert.

Hinweis: *Durch Einbinden eines G201-Satzes in einem Makro wird die Schachtelungstiefe des Bearbeitungsmakros um eins erhöht. Makros können nicht mehr als 8-fach geschachtelt werden.*

70.5 Betrieb

MAKROS FÜR TASCHEN, STARTPUNKTE UND NACHBEARBEITUNG

ERZEUGEN

Wird im Programm ein G200-Satz erkannt, so sucht die Steuerung nach den Taschenfunktionen (G201-Satz, zugehörige Konturbeschreibung und G202-Satz). Wenn ein G201-Satz gefunden wird (im Teileprogramm oder eventuell über einen Makroaufruf) und wenn kein Makro mit der programmierten Makronummer (N1=.. im G201-Satz) existiert, so erzeugt die Steuerung ein Taschenmakro. Die Daten, welche das Taschenmakro bestimmen, d.h. die Parameter Y, Z, B, I, K im G201-Satz, sowie die Konturbeschreibung, werden mit dem Taschenmakro abgespeichert.

Wenn bereits ein Makro mit der programmierten Makronummer existiert, so werden die zugehörigen Daten mit den programmierten Daten verglichen. Stimmen sie nicht überein, wird ein neues Taschenmakro erzeugt.

Ein neues Startpunktemakro wird erzeugt wenn:
eine Startpunkte-Makronummer programmiert ist (N2=.. im G201-Satz)
und ein neues Taschenmakro erzeugt ist oder kein Makro mit der programmierten Nummer existiert.

Ein Nachbearbeitungsmakro wird erzeugt wenn:
eine Nachbearbeitungsmakronummer programmiert ist (N1=.. im betreffenden G203- oder G205-Satz) und ein neues Taschenmakro erzeugt ist oder kein Makro mit der programmierten Nachbearbeitungsmakronummer existiert.

ENTFERNEN

Nachdem die Makros erzeugt sind, werden sie "gesperrt". Um Makros entfernen zu können müssen sie erst wieder freigegeben werden.
Entfernen kann notwendig sein, z.B. wenn ein G201-Satz aus einem Programm herausgenommen oder eine Adresse N1= oder N2= in einem G201-Satz abgeändert wird.

Die Makros werden automatisch entfernt, wenn ein Programm gestartet wird in dem die Taschendefinition abgeändert ist.

LEBENSZEICHEN

Die Software des universellen Taschenzyklus wurde so konzipiert, da beim Erkennen eines Fehlers alle Rechenoperationen gestoppt werden. Während die CNC mit Rechenoperationen beschäftigt ist wird am Bildschirm ein rotierender Indikator mit dem Wort "CLOCK" eingeblendet.

TEACH-IN

Die Verwendung einer G-Funktion zum Taschenfräsen (G200 bis G208) in den Betriebsarten TEACH-IN MDI und TEACH-IN/PLAYBACK ist nicht erlaubt.

EDITIEREN

Beim Editieren kann die statische und dynamische Programmierunterstützung herangezogen werden.
Mit Softkey "Unterstützung" werden die modalen G-Funktionen gesetzt.
Es ist möglich ein (neues) Programm zu editieren während ein Programm mit einem Taschenabschnitt ausgeführt wird.

SATZ AUSBLENDEN

Wenn ein G201-Satz das Zeichen "/" enthält und die Funktion "Satz ausblenden" aktiviert ist, so ergibt sich folgender Ablauf:

- G200 wird normal ausgeführt, d.h. es werden im Bedarfsfall Makros erzeugt
- der G201-Satz, die Konturbeschreibung und der G202-Satz werden während der Programmausführung übersprungen, d.h. die Programmausführung wird nach dem G202-Satz fortgesetzt.

SATZSUCHLAUF

Bei der Suche nach einem G200-Satz werden Taschenmakros erzeugt, sofern sie nicht existieren.

Während der Programmausführung (nachdem der G200-Satz abarbeitet ist) wird G201 als ein Makroaufruf (G22) zum Taschenmakro benutzt. Nachdem die Tasche ausgeräumt ist erfolgt allerdings ein Sprung zum Satz der dem abschließenden G202-Satz unmittelbar folgt.

Die Suche nach einem Satz in einem Taschenmakro erfolgt in der gleichen Weise wie die Suche nach einem Satz in einem mit G22 aufgerufenen Makro.

Hinweis: Weil G201 bei der Programmausführung als ein Makroaufruf benützt wird, sollte beim Programmieren von G201 die Schachtelungstiefe (max. 8-fach) berücksichtigt werden.

UNTERBRECHEN

Die Ausführung eines G200-Satzes kann unterbrochen werden. Nach einer Unterbrechung müssen die Makros allerdings neu berechnet werden, was bei einer komplexen Kontur viel Zeit in Anspruch nehmen kann.

Die Ausführung kann mit "Start" fortgesetzt werden.

Wechseln in Editierbetrieb nach einer Unterbrechung ist nur möglich nach "Programm abbrechen".

Die Unterbrechung eines Taschenmakros wird genau so verarbeitet wie die Unterbrechung eines mit G22 aufgerufenen Makros.

UNVOLLSTÄNDIGE PROGRAMMIERUNG

Normalerweise werden für einen Taschenzyklus folgende G-Funktionen programmiert: G200, G201, G202, G203/G204, G206/G206, G207 und, nötigenfalls, G208.

- G201 und G202, G203/G204 und G205/G206 müssen als eine Kombination im gleichen Programm oder Makro geschrieben werden, andernfalls erfolgt eine Fehlermeldung.
- Die Kombination G203/G204 oder G205/G206 (evtl. über einen Makroaufruf mit G22) ohne die zugehörige Kombination G201/G202 führt zu einer Fehlermeldung.
- G207 muß immer nach der Kombination G205/G206 programmiert werden, wobei G205/G206 und G207 zum gleichen G201-Satz gehören müssen, andernfalls erfolgt eine Fehlermeldung.
- Wird die Kombination G201/G202 ohne Konturbeschreibungen programmiert, erfolgt eine Fehlermeldung.
- Wird G200 ohne G201/G202 + Konturbeschreibungen programmiert, wird das Programm normal abgearbeitet (ohne Taschenzyklus).
- Wird G201/G202 + Konturbeschreibungen ohne G200 programmiert, werden keine Makros erzeugt und es wird G201 als G22 verwendet.

BETRIEBSARTENWECHSEL

Ein Betriebsartenwechsel ist nur möglich, nachdem ein G200-Satz vollständig abgearbeitet ist.

70.6 Fehlermeldungen

Nummer	Meldung
#5	Speicher-Pool erschöpft
O170*	Taschenzyklus-Rechenfehler (Betriebsfehler)
Lösung:	Anzahl der Parameter reduzieren (MC 83)
O176*	Modul xxx, Nummer xxx

Hinweis: Die Fehlercodes O170 und O176 werden gleichzeitig angezeigt. Dieses Problem kann auf drei Wege gelöst werden:

- den Werkzeugradius ändern
- den Wert des I-Wortes für die Überlappung ändern
- das Schlichtaufmaß ändern

P07 Programmierte Daten außerhalb des Bereiches
Die Kreisbewegung (G2/G3) wurde mit einem Radius programmiert, dessen Wert größer ist als 2-mal der Abstand zwischen Start- und Endpunkt. Dies kann bei einer Kreisbewegung von 180° auftreten.

Die Fehlermeldung kann durch Ändern des Start- oder Endpunktes gelöscht werden.

P35 Endpunkt nicht auf Kreis.
Die Kreisbewegung (G2/G3) wurde mit einem Mittelpunkt bzw. mit Geometrie programmiert. Der Wert des programmierten Mittelpunktes ist größer als der Wert des kreisförmigen Endpunktfensters (errechneter Mittelpunkt zwischen Start- und Endpunkt), wie er über MC 712 eingegeben wurde.

Die Fehlermeldung kann durch Ändern des Mittelpunktes bzw. des Start-/Endpunktes gelöscht werden.

P75 Kreis ohne Mittelpunkt
Die programmierte Kreisbewegung hat den gleichen Startpunkt und Endpunkt.

Die Fehlermeldung kann gelöscht werden, indem der Programmsatz gelöscht wird oder indem eine Kreisbewegung programmiert wird, dessen Start- und Endpunkt unterschiedlich sind.

P140 Ungültige Schachtelung G207
P141 Zu viele Seiten programmiert
P142 Zu viele Konturen programmiert
P143 Ungültige G-Adresse im Taschenzyklus
P144 Ungültige Konturbeschreibung
Diese Fehlermeldung kann folgende Ursachen haben:
- die G208-Funktion wurde weggelassen
- die im Satz G208 angegebenen Rundungen (Radien) sind zu groß
- der Satz mit der G208-Funktion enthält X=0 oder Y=0
- der Satz mit der G208-Funktion enthält B1 > 180
- der Satz mit der G208-Funktion enthält ein I-Wort oder R-Wort

P145 Ungültiger Startpunkt zum Anfahren.
Der Schnittweg für die Nachbearbeitung kann mit der aktuellen Taschenbeschreibung nicht erzeugt werden. Es muß ein anderer Startpunkt gewählt werden.

P146 G202 wurde nicht definiert
P147 Speicherverwaltungsfehler
P148 Gleitkommafehler
P150 Werkzeug nicht gefunden
P160 Fehler beim Erzeugen des Taschenmakros
P161 Fehler beim Erzeugen des Nachbearbeitungsmakros

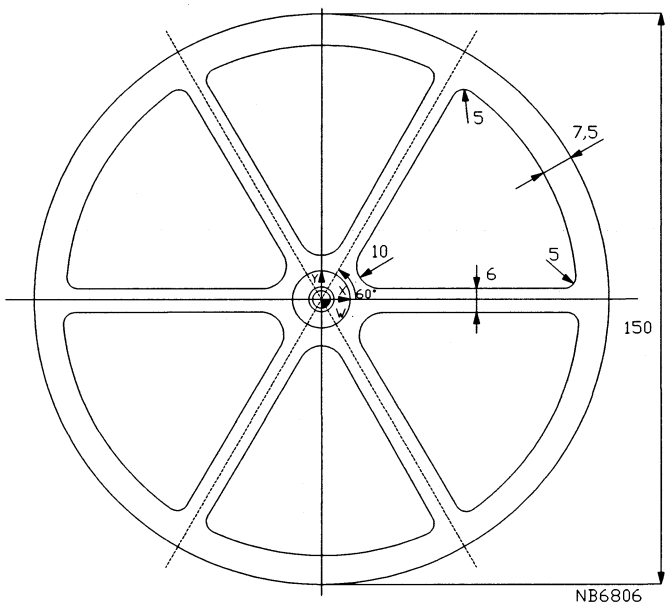
P162 Fehler beim Erzeugen der Makrostartpunkte

Hinweis: Die Fehler P160, P161 und P162 werden ausgelöst, wenn:
- der CNC-Speicher voll ist,
- zu viele Startpunkte berechnet werden müssen

P170 Kontur xx nicht geschlossen
P171 Kontur xx hat mehrere Innenbereiche
P172 Kontur xx schneidet Kontur xx
P173 Kontur xx umschließt Kontur xx
P174 Kontur xx liegt außerhalb der Tasche

70.7 Beispiele

Gedrehte Tasche




```
N3620511 (RAD ALS TASCHE)
N1 G17
N2 G54
N3 G195 X-90 Y-90 Z0 I180 J180 K-10
N4 G99 X-85 Y-85 Z0 I170 J170 K-10
N5 G200
N6 T31 M6 (BOHRERRADIUS 4 mm)
N7 G81 Y1 Z-5 F100 S100 M3
N8 G22 N=3620501
N9 G92 B4=60
N10 G14 J5 N1=8 N2=9
N11 G93 B4=0
N12 T04 M6 (SCHRUPPFRÄSERRADIUS 3 mm)
N13 S1500 M3
N14 G201 Y0.1 Z-5 B1 I50 F1000 N1=3620500 N2=3620501 F2=500
N15 G203 X37.5 Y3 Z0 N1=3620502
N16 G64
N17 G1 X1=0 Y1=3 B1=0 J1=2
N18 G3 R5
N19 I0 J0 R67.5 J1=1
N20 R5
N21 G1 X1=0 Y1=0 B1=-120 I1=-3
N22 G3 R10
N23 G1 X37.5 Y3 B1=0
N24 G63
N25 G204
N26 G202
N27 G92 B4=60
N28 G14 J5 N1=14 N2=27
N29 G93 B4=0
N30 T3 M6 (SCHLICHTFRÄSERRADIUS 2,5 mm)
N31 S1800 M3
N32 G22 N=3620502
N33 G92 B4=60
```

```
N34 G14 J5 N1=32 N2=33
N35 G0 Z100 M30
```

Erläuterung:

Die CNC verarbeitet erst die Sätze N3 und N4, die eine grafische Simulation des Teileprogrammablaufs definieren.

Danach werden die Makros berechnet (die Sätze N5 und N14...N26 werden ausgeführt. Nachfolgende Makros werden erzeugt:
- Makro Nr. 3620500 für den Bearbeitungszyklus
- Makro Nr. 3620501 für die Startpunkte
- Makro Nr. 3620502 für den Nachbearbeitungszyklus.

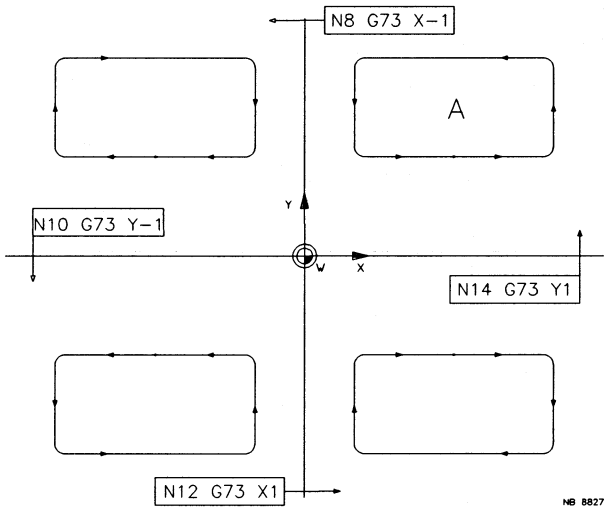
Werkzeug 31 wird eingewechselt und mit der Funktion G81 wird ein Bohrzyklus definiert. Die Steuerung wird mit Hilfe des E-Parameters Nr. 1 und der G22-Funktion auf das Makro 3620501 übertragen. Die ersten Startpunkte werden gebohrt. Mit Satz N9 werden die Makrokoordinaten um 60° im Gegenuhrzeigersinn gedreht.

Werkzeug 4 wird eingewechselt. Mit Satz N14 wird der Bearbeitungszyklus (Makro 3620500) ausgeführt. Nachdem der Bearbeitungszyklus beendet ist, werden die Koordinaten von Makro 3620500 um 60° im Gegenuhrzeigersinn gedreht. Mit Satz N28 wird der Zyklus fünfmal wiederholt und gedreht (Hinweis: wenn in diesem Satz N2=27 weggelassen wird, bleibt die Wiederholanweisung wirksam).

Werkzeug 3 wird eingewechselt. Mit Satz N32 wird dem E-Parameter Nr. 1 der Wert 3620502 zugeordnet. Der Ablauf für die Nachbearbeitung der Kontur erfolgt in der gleichen Weise wie vorher beschrieben.

Mit Satz N35 wird das Werkzeug auf Z100 zurückgezogen und der Programmablauf beendet.

Gespiegelte Tasche



A: Programmierte Tasche

```
N3620513 (SPIEGELN EINER TASCHE)
N1 G17
N2 G54
N3 G195 X-150 Y-110 Z0 I300 J220 K-10
N4 G99 X-145 Y-105 Z0 I290 J210 K-10
N5 G200
N6 T31 M67 (BOHRERRADIUS 4 mm)
N7 G81 Y1 Z-5 F500 S1000 M3
N8 E1=3620501
N9 G22 N=E1
N10 G73 X-1
N11 G14 N1=9
N12 G73 Y-1
N13 G14 N1=9
N14 G73 X1
N15 G14 N1=9
N16 G73 Y1
N17 T4 M6 (SCHRUPPFRÄSERRADIUS 3 mm)
N18 S1800 M3
N19 G201 Y0.1 Z-5 B1 I60 N1=3620500 N2=3620501 F1000 F2=500
N30 G203 X75 Y50 Z0 N1=3620502
N21 G1 X120
N22 G3 X125 Y55 R5
N23 G1 Y95
N24 G3 X120 Y100 R5
N25 G1 X30
N26 G3 X25 Y95 R5
N27 G1 Y55
N28 G3 X30 Y50 R5
N29 G1 X75 Y50
N30 G204
N31 G202
N32 E1=3620500
N33 G14 N1=10 N2=16
```

```
N34 T3 M6 (SCHLICHTFRÄSERRADIUS 2,5 mm)
N35 S2000 M3
N36 E1=3620502
N37 G14 N1=9 N2=16
N38 G0 Z100 M30
```

Erläuterung:

Die CNC verarbeitet erst die Sätze N3 und N4, die eine grafische Simulation des Teileprogrammablaufs definieren.

Danach werden die Makros berechnet (die Sätze N5 und N19...N31 werden ausgeführt. Nachfolgende Makros werden erzeugt:
- Makro Nr. 3620500 für den Bearbeitungszyklus
- Makro Nr. 3620501 für die Startpunkte
- Makro Nr. 3620502 für den Nachbearbeitungszyklus.

Werkzeug 31 wird eingewechselt und mit der Funktion G81 wird ein Bohrzyklus definiert. Die Steuerung wird mit Hilfe des E-Parameters Nr. 1 und der G22-Funktion auf das Makro 3620501 übertragen. Die ersten Startpunkte werden gebohrt.

Mit den Sätzen N10 bis N16 werden die Koordinaten des Startpunktemakros um die X- und Y-Achse gespiegelt und es wird das Makro nach jeder Spiegelung abgearbeitet. Mit G22 wird die Steuerung auf das Makro übertragen und mit G14 wird der Satz N9 einmal wiederholt.

Werkzeug 4 wird eingewechselt nachdem die Tasche viermal bearbeitet ist. Mit Satz N32 wird dem E-Parameter Nr. 1 der Wert 3620500 zugeordnet. Mit Satz N33 werden die Sätze N10 bis N16 wiederholt. Es wird das Bearbeitungsmakro einmal ausgeführt, anschließend gespiegelt und wiederholt, in der gleichen Weise wie für das Startpunktemakro.

Werkzeug 3 wird eingewechselt. Mit Satz N36 wird dem E-Parameter Nr. 1 der Wert 3620502 zugeordnet. Der Ablauf für die Nachbearbeitung der Kontur erfolgt in der gleichen Weise wie vorher beschrieben.

Mit Satz N38 wird das Werkzeug auf Z100 zurückgezogen und der Programmablauf beendet.

71. Anfang Taschenkonturzyklus G201

Zweck

Eintragen technologischer Daten zum Berechnen des Taschenzykluses. Die Fräsbearbeitung der Tasche beginnt an diesem Satz.

Format

N... G201 N1=.. Z.. {N2=..} {Y..} {B..} {R..} {I..} {J..} {K..} {F..} {F2..}

Zugehörige Funktionen

G200...G208
Für die allgemeine Beschreibung des Universellen Taschenzyklus siehe G200.

Parameter

Y	Bearbeitungsaufmaß
Z	Gesamte Taschentiefe
B	Sicherheitsabstand
R	WZ-Radius für Berechnung
I	Schnittbreite des Fräsers in %
J	J1:Gleichlauf / J-1:Gegenlauf
K	Zustelltiefe
F	Vorschub Taschenfräsen
F2=	Eintauchvorschub
N1=	Makronummer für Ausfräsen
N2=	Startpunkt Makronummer

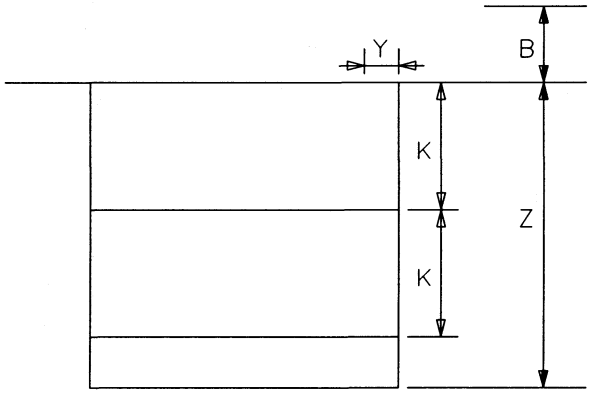
N1= : Die Nummer des Bearbeitungsmakros zum Fräsen der Tasche. Diese Nummer muß programmiert werden.

N2= : Die Nummer des Startpunktemakros.

Y : Bearbeitungsaufmaß die für die Nachbearbeitung auf der Kontur zurückbleiben soll. Das Y-Wort ist vorzeichenlos. Wenn Y nicht programmiert ist, wird als Standardwert Y=0 verwendet.

Z : Die Gesamttiefe der Tasche.
Die Tiefe wird gemessen von der Koordinate der Werkzeugachse im G203-Satz (entspricht der Lage der Taschenoberfläche).
Ein Z-Wort mit negativem Wert stellt die Tiefe in der negativen Richtung der Werkzeugachse dar, ein Z-Wort mit positiven Wert die Tiefe in der positiven Richtung.
Im Satz mit der G201-Funktion muß immer ein Z-Wort enthalten sein.

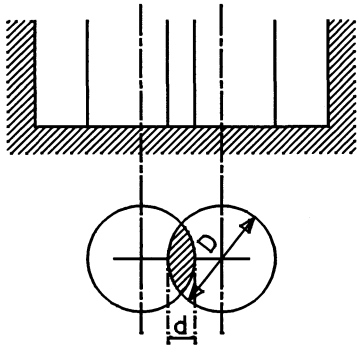
B : Sicherheitsabstand oberhalb der Tasche.
Der Abstand wird gemessen von der Koordinaten der Werkzeugachse im G203-Satz.
Ein B-Wort mit positivem Wert stellt der Sicherheitsabstand in der positiven Richtung der Werkzeugachse dar, ein B-Wort mit negativem Wert der Sicherheitsabstand in der negativen Richtung. Das B-Wort und das Z-Wort müssen immer entgegengesetzte Vorzeichen haben.
Wenn B nicht programmiert ist, wird als Standardwert B=0 verwendet.
Mit dem B-Wort wird die Position in der Werkzeugachse definiert, an der die Vorschubbewegung zum Eintritt in die Tasche an jedem Startpunkt beginnt. Am Ende des Arbeitsgangs wird das Werkzeug auf die im B-Wort angegebene Position oberhalb der Taschenoberfläche zurückgezogen.



NB 8197

R : Der für die Berechnung der Fräserbahnen verwendete Fräserradius. Wenn R nicht programmiert ist, wird für die Berechnung der Werkzeugbahnen nun der Werkzeugradius des aktiven Werkzeuges verwendet. Ist kein Werkzeug aktiv, wird eine Fehlermeldung am Bildschirm ausgegeben.

I : Die Schnittbreite des Fräsers in %. Mit dem I-Wort wird der Teil (in %) des Fräserdurchmessers definiert, der beim Fräsen des Materials im Eingriff ist. Es können ganzzahlige Werte von 1 bis 100 entsprechend 1% bis 75% programmiert werden.
Wenn I nicht programmiert ist, wird der unter MC 720 gespeicherte Wert verwendet.
I = 100 (1- (d/D) siehe untenstehende Figur)



NB 8617

D= Schaftfräserdurchmesser
d= Überlappungsbreite

J : Die Bewegungsrichtung für die Grobbearbeitung (Schruppbearbeitung).
J1 (Standardwert) : es wird im Gegenuhrzeigersinn grobbearbeitet.
J-1 : es wird im Uhrzeigersinn grobbearbeitet.

K : Die Schnittiefe pro Bahn. Das K-Wort ist vorzeichenlos. Die letzte Zustelltiefe für den letzten Fräsdurchgang kann kleiner sein als der K-Wert. Wenn der K-Wert größer ist als der Z-Wert oder wenn K nicht angegeben ist, so wird der Z-Wert verwendet, d.h. der Wert K = Z

F : Der Vorschub beim Fräsen.
Ist F nicht programmiert worden, wird der zuletzt programmierte Vorschub verwendet.

F2= : Der Vorschub bei der Bewegung zur nächsten Bearbeitungsebene. Wenn die Löcher vorgebohrt sind, kann ein größerer Wert verwendet werden.
Ist F2= nicht programmiert worden, wird der zuletzt programmierte Vorschub verwendet.

Beim Ausführen der G201-Funktion werden die Funktionen G90, G40 und G63 automatisch aktiviert. G90 muß aktiv sein, da in den erzeugten Makros Absolutmaße verwendet werden und die erste Position der Taschenkonturdefinition (G203-Satz) Absolutmaße darstellen muß.

71.1 Makros für universelle Taschenzyklus

STARTPUNKTEMAKRO

Die Steuerung kann ein Startpunktemakro erzeugen. Es enthält die Punkte, an denen der Fräser in das Material eindringt, zum Ausräumen der Tasche (diese Punkte werden von der Steuerung errechnet). Der Teileprogrammierer kann veranlassen, daß an diesen Positionen ein Loch gebohrt wird, so da der Fräser nicht in Richtung der Werkzeugachse fräsen muß.

Das von der CNC erzeugte Makro hat folgende Form:

```
N (ist N2-Wort im G201-Satz)
N1 G90              Absolutmaßprogrammierung
N2 G79 X.. Y.. Z..  Aktivieren: vorher definierter Bohrzyklus
N3 G79 X.. Y.. Z..
N4 G79 X.. Y.. Z..  Abhängig von Anzahl der Eintrittsbohrungen
```

Die Position in der Bearbeitungsebene XY (G17), XZ (G18) bzw. YZ (G19) wird mit den Koordinaten des Achsensystems angegeben, in dem die Tasche beschrieben wurde. Die Werkzeugachse Z (G17), Y (G18) bzw. X (G19) wird im G203-Satz der Taschenkontur angegeben.

Nach der Ausführung des Startpunktemakros wird G90 wirksam.
Das Startpunktemakro wird gleichzeitig mit dem Bearbeitungsmakro erzeugt.

Das Teileprogramm könnte so aussehen:

```
N9900
N1 G200
:
N90 T1 M6 (Bohrer)
N100 G81 X.. Y.. Z.. B.. F.. S.. M3
N110 G22 N=9902
:
N200 G201 Z.. N1=9901 N2=9902
:   \
:   > Beschreibung der Tasche (einschließlich Inseln)
:   /
N300 G202
```

Der Zyklus zum Vorbohren der Startpunkte ist im Satz N100 definiert. Das Startpunktemakro wird im Satz N110 aufgerufen. Der Zyklus im Satz N100 wird an den Startpunkten ausgeführt.

BEARBEITUNGSMAKRO

Das Bearbeitungsmakro wird von der Steuerung erzeugt und beinhaltet alle Bewegungen die zum Ausräumen einer Tasche erforderlich sind. Das Makro wird aufgerufen, wenn die G201-Funktion ausgeführt wird. Nach Beendigung der Makroausführung mit der G202-Funktion werden G40 und G90 automatisch aktiviert.

Das nachfolgende Beispielprogramm enthält ein Makro mit Taschenzyklus.

```
N (ist N1-Wort im G201-Satz)
N1 G40                          Keine Radiuskorrektur
N2 G90                          Absolutmaßprogrammierung
N3 G0 X.. Y.. Z..               Werkzeug fährt auf Startpunkt
N4 G91                          Inkrementalmaßprogrammierung
N5 G1 Z.. F..                   Werkzeug wird auf Tiefe gefahren
N6 G90                          Absolutmaßprogrammierung
N7 F..                          Vorschub
:   \
:   > Tasche wird gefräst
:   /
N99
N100 G91
N101 G0 Z..                     Werkzeug wird zurückgezogen
N102 G90                        Absolutmaßprogrammierung
N103 G0 X.. Y..                 Werkzeug fährt auf Startpunkt zurück
N104 G14 N1=4 N2=103 J..        Taschenfräsen wird wiederholt
N105 G91                              Inkrementalmaßprogrammierung
N106 G1 Z.. F..
N107 G14 N1=6 N2=99             Letzter Schnitt
N108 G0 Z..                     Werkzeug wird aus Werkstück zurückgezogen
```

71.2 Makro zur Nachbearbeitung einer Taschenkontur

Das Makro zur Nachbearbeitung der Taschenkontur wird von der Steuerung erzeugt. Das Makro beinhaltet alle Bewegungen, einschließlich eines zur Nachbearbeitung der Taschenkontur erforderlichen kreisförmigen oder linearen Ein- und Austritts.

EINTRITTSPUNKT

Der Eintrittspunkt S wird von der Steuerung bestimmt. Dieser Punkt liegt immer in der Nähe des Anfangspunktes der Tasche und im gleichen Abstand (d) zur ersten und letzten Seite.

Die CNC berechnet unterschiedliche Eintrittspunkte, je nachdem welches Konturelement zuerst vom Werkzeug angefahren werden soll. Zur Vermeidung einer Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück muß der Programmierer die richtigen Werkzeugmaße bestimmen, sowie die Reihenfolge in der die Konturelemente angegeben sind.

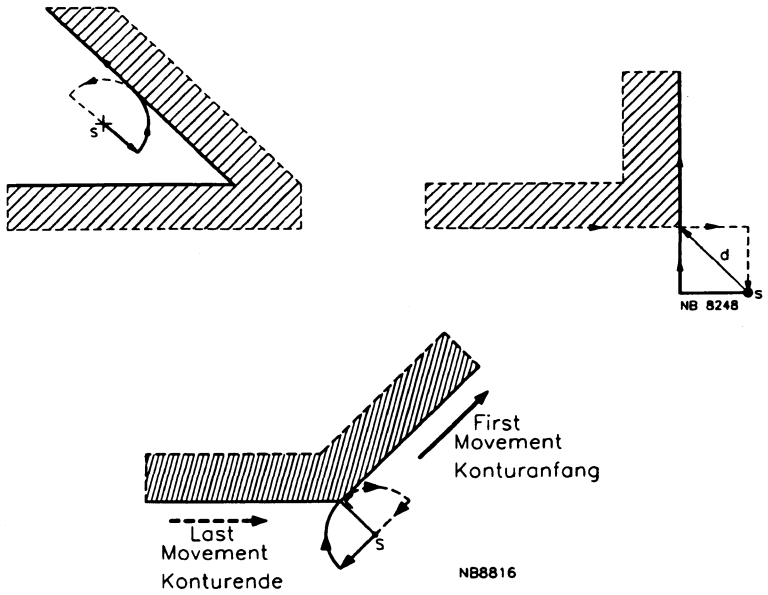
Die CNC errechnet den Eintrittspunkt S folgendermaßen:

Abstand d = Faktor * Radius :100

Faktor = der unter MC 719 gespeicherte Zahlenwert (Zwischen 101...200)

Radius = Radiusangabe im G201-Satz oder, wenn der Radius nicht programmiert ist, der während des G201-Satzes aktive Radius

Innerhalb des Kreises mit "S" als Mittelpunkt und "Abstand" als Radius ist kein Konturelement einer Insel oder Tasche zulässig.
Wenn der Punkt S nicht errechnet werden kann, gibt die CNC eine Fehlermeldung aus.

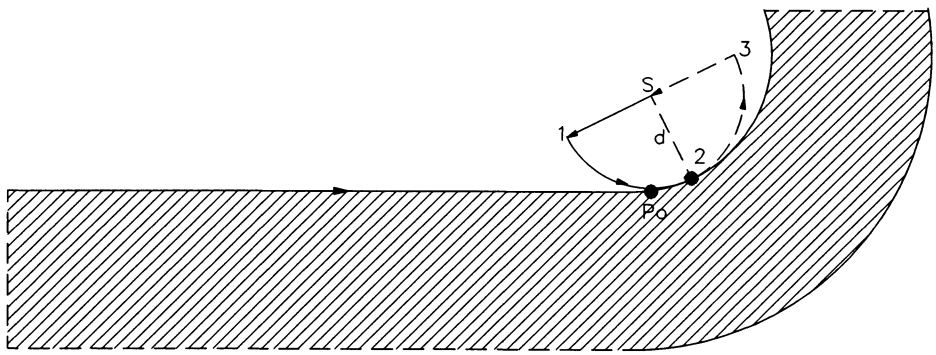


Die Eintrittsbewegung ist linear, wenn die erste und die letzte Bewegung auch linear sind und der dazwischenliegende Winkel => 270° ist (der Winkel wird in der Tasche gemessen).
Für alle anderen Fälle gilt eine kreisförmige Eintrittsbewegung.

Wenn für die Nachbearbeitung ein anderes Werkzeug eingesetzt wird, so muß der Programmierer darauf achten, daß das Werkzeug nicht mit der Kontur kollidieren kann.

ALLGEMEINES FORMAT DES MAKROS FÜR EINEN KREISFÖRMIGEN EINTRITT

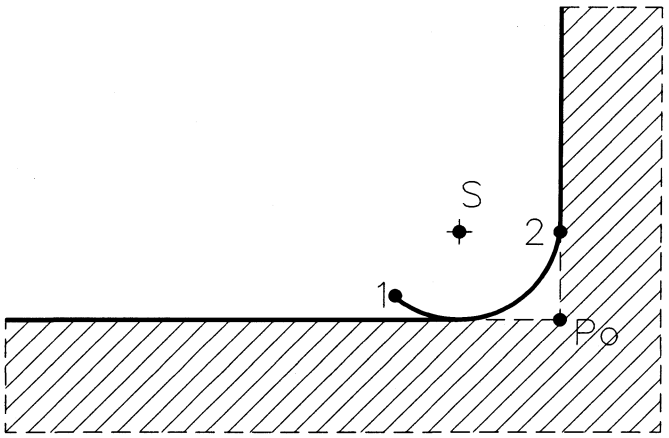
Der Eintritt in die Kontur erfolgt über einen Viertelkreis mit Mittelpunkt S und einem Radius, der dem Abstand zwischen S und der Kontur entspricht.



NB8251

d = Faktor * Radius :100

Ein Problem ergibt sich, wenn der Startpunkt des Eintrittskreises auf der Bahn der letzten Kontur liegt. Das Werkzeug wurde dann die Konturfläche leicht berühren. Um dies zu vermeiden wird der Startpunkt 1 automatisch von der CNC verschoben.



NB 8252

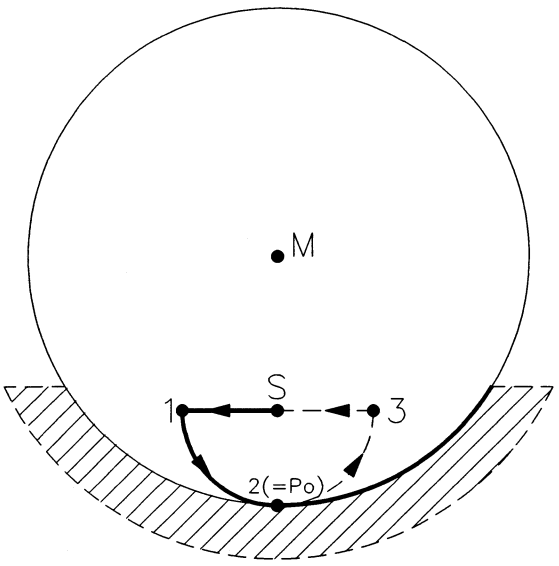
In diesem Beispiel beginnt der Eintrittskreis 120° vor Punkt 2.

Normalerweise kann eine Taschenseite in einem Schritt bearbeitet werden. Wenn dies nicht möglich ist, kann der Programmierer mit Hilfe von Nullpunktverschiebungen die Seite in mehreren Schritten fertigbearbeiten.

Nach der Ausführung des Makros werden G0, G40 und G90 aktiviert.

KREISFÖRMIGE TASCHENKONTUR

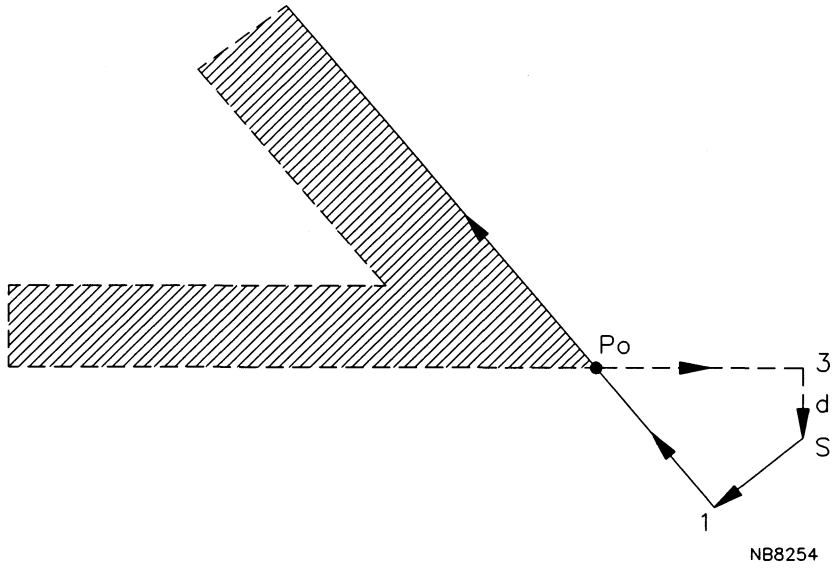
Für eine kreisförmige Taschenkontur gilt eine andere Berechnung des Eintrittspunktes S.



NB 8253

In diesem Fall liegt Punkt S auf der Geraden M Po, im errechneten Abstand von Po. Der Eintritt in die Taschenkontur erfolgt in Punkt Po (= Punkt 2). Die Drehrichtung beim Ein- und Austritt entspricht der programmierten Drehrichtung für die Kontur.

LINEARE EINTRITTSBEWEGUNGEN



d = Faktor * Radius :100

Nach der Ausführung des Makros werden G0, G40 und G90 aktiviert.

71.3 Ablauf der Makros an der Maschine

1. Startpunktemakro

   Dieses Makro läuft normal und ohne Einschränkungen ab.

2. Bearbeitungsmakro

   Auch dieses Makro läuft normal ab. Es kann aber vorkommen, daß Material zurückbleibt.

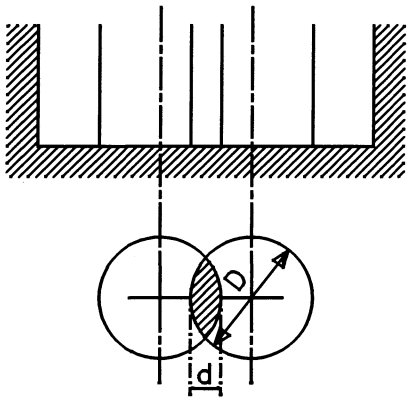
   Zwei Ursachen sind dafür verantwortlich:

   (i) Während der konturparallelen Bearbeitung können beim Wechsel der Werkzeugbewegungsrichtung zwischen zwei parallelen Bahnen kleine Flächen unbearbeitet zurückbleiben. Gleiches kann bei Konturrundungen auftreten.

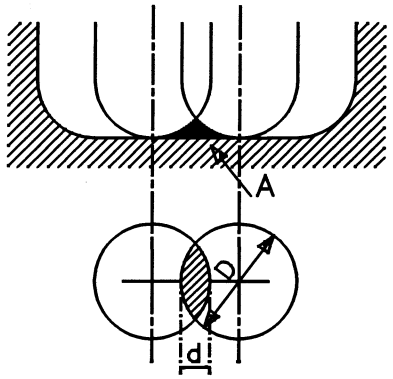
   Die Lösung zu diesem Problem ist folgende:
   a. Für parallele Bewegungen: eine größere Überlappung zwischen den parallelen Bewegungen verwenden.
   b. Für Konturverengungen: ein Werkzeug mit kleinerem Durchmesser verwenden.

   (ii) Durch die Form des Fräsers kann Material auf dem Boden zurückbleiben. Normalerweise sorgt der Parameter für die Schnittbreite (I-Wort im G201-Satz) dafür, daß zwischen den Bahnen kein Material zurückbleibt. Je größer der Wert der I-Adresse, desto größer die Wahrscheinlichkeit, daß Material auf dem Boden zurückbleibt.

   Bei einem Wert von 50% bleibt bei Anwendung eines Schaftfräsers kein Material auf dem Taschenboden zurück. Fräser mit runden Kanten erfordern jedoch andere I-Werte, da die Radien der Kanten verschieden sind.



NB 8817



NB8818

Schaftfräser

Fräser mit runder Stirn

D= Fräserdurchmesser
d= Überlappungsbreite
A= Zurückgebleibenes Material

3. Makros für die Nachbearbeitung

   Für die Radiuskorrektur wird der Radius des aktiven Werkzeugs verwendet. Es ist darauf zu achten, daß sich der Fräser frei bewegen kann, ohne daß die Taschenkontur verletzt wird. Die Makros laufen normal ab.

Hinweise und Verwendung

Die Funktion G201 und die Abschlußfunktion G202 müssen beide im gleichen Programm oder Makro stehen.

Zwischen G201 und G202 dürfen nur folgende Funktionen programmiert werden:
G203, G204, G205, G206, G207 und G208

Zwischen G201 und G202, dürfen nachfolgende Funktionen nicht verwendet werden:

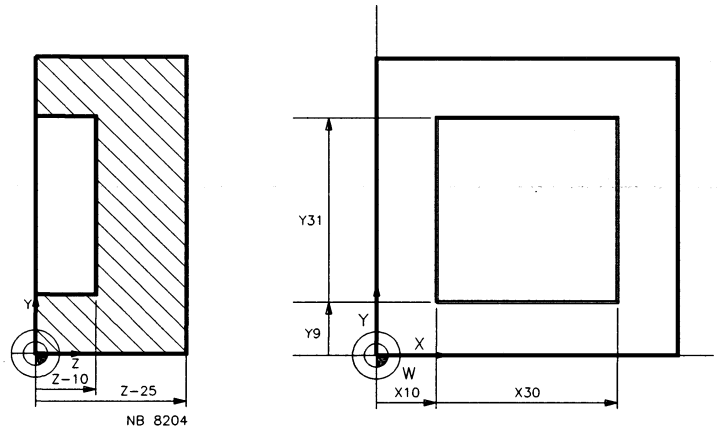
- Nullpunktverschiebungen, insbesondere G92/G93 und gespeicherte Nullpunktverschiebungen (G51...G59, G54 I[nr])
- Achsdrehung (G92, G93)
- Spiegeln oder Vergrößern/Verkleinern (G72, G73)
- Definition und Aktivierung von Festzyklen
- Meßzyklen
- Ebenenauswahl (G17, G18, G19)
- Punktedefinition (G78)
- Spiraleninterpolation
- Werkzeugwechsel (M6, M66, M67)
- Makro- (G22) oder Programmaufruf (G23)
- Satz- und Programmteilwiederholung (G14)
- Bedingter Sprungbefehl (G29)

Die Verwendung von E-Parametern ist weder in der Konturbeschreibungen noch im G201-Satz erlaubt.

Beispiele

Hinweis: Für die folgenden Beispiele wird angenommen, daß G17 aktiv ist.

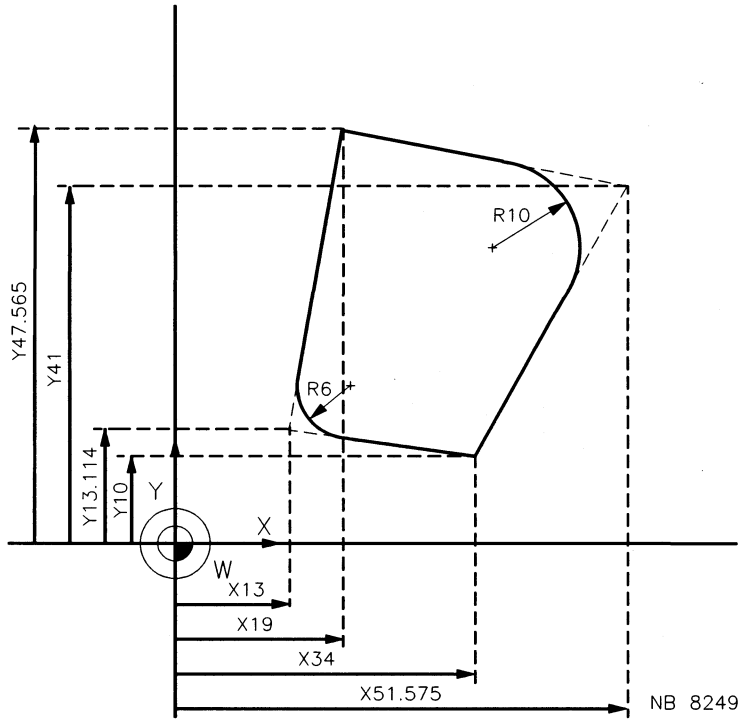
Rechteck



N.. G201 N1=.. Z-10
N.. G203 X10 Y9 Z0 N1=9800

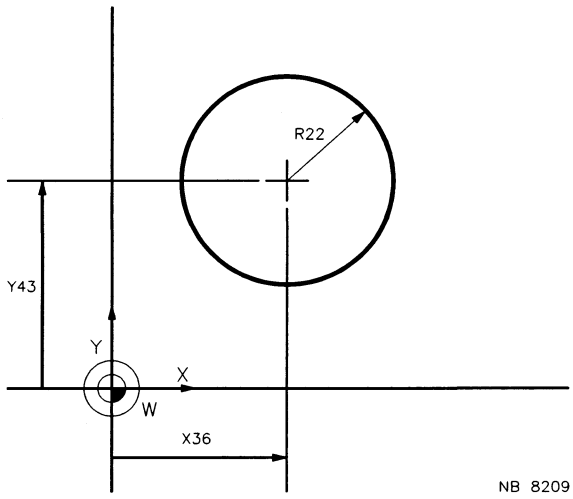
absolut	inkremental
N.. X40	N.. G91
	N.. X30
N.. Y40	N.. Y31
N.. X10	N.. X-30
N.. Y9	N.. Y-31
N.. G204	
N.. G202	

Viereck mit Rundungen



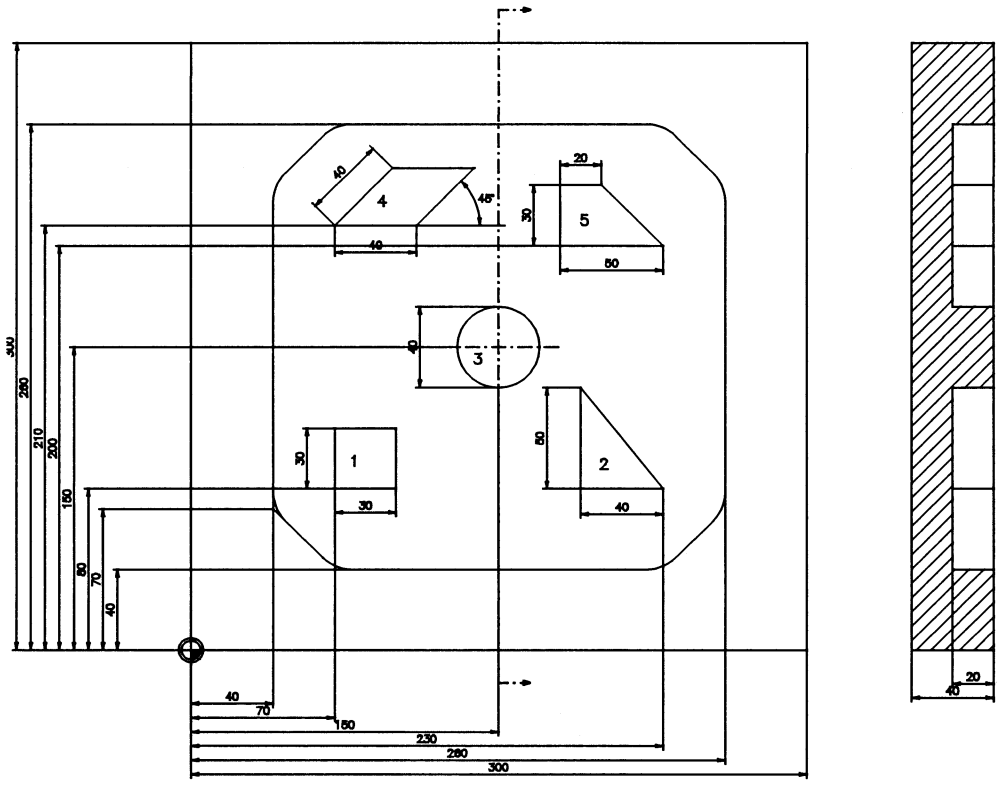
N.. G201 N1=.. Z-10
N.. G203 X34 Y10 Z0
N.. G64
N.. G1 X51.575 Y41
N.. G3 R10
N.. G1 X19 Y47.565
N.. G1 X1=13 Y1=13.114
N.. G3 R6
N.. G1 X34 Y10
N.. G63
N.. G204
N.. G202

Vollkreis



N.. G201 N1=.. Z-10
N.. G203 X36 Y21 Z0
N.. G3 I36 J43
N.. G204
N.. G202

Tasche mit Inseln



N9990

```
N1 G54
N2 G17
N3 G195 X-10 Y-10 Z10 I320 J320 K-60
N4 G99 X0 Y0 Z0 I300 J300 K-40
N5 G200
N6 T2 M6 (Vorbohren der Startpunkte, Bohrer R10)
N7 G81 Y2 Z-20 F200 S3000 M3
N8 G22 N=9992
N9 T3 M6 (Ausräumen der Tasche, Fräser R8)
N10 S2500 M3
```

N11 G201 Y0.1 Z-20 B2 I50 K8 F200 F2=1000 N1=9991 N2=9992

```
:
N37 G202
```

72. Ende Taschenkonturzyklus G202

Zweck

Beenden des Taschenkonturzykluses.

Format

N... G202

Zugehörige Funktionen

G200...G208
Für die allgemeine Beschreibung des Universellen Taschenzyklus siehe G200.

Parameter

Keine

Hinweise und Verwendung

Die Funktion G201 und die Abschlußfunktion G202 müssen beide im gleichen Programm oder Makro stehen.

Zwischen G201 und G202 dürfen nur folgende Funktionen programmiert werden:
G203, G204, G205, G206, G207 und G208

Zwischen G201 und G202, dürfen nachfolgende Funktionen nicht verwendet werden:
- Nullpunktverschiebungen, insbesondere G92/G93 und gespeicherte Nullpunktverschiebungen (G51...G59, G54 I[nr])
- Achsdrehung (G92, G93)
- Spiegeln oder Vergrößern/Verkleinern (G72, G73)
- Definition und Aktivierung von Festzyklen
- Meßzyklen
- Ebenenauswahl (G17, G18, G19)
- Punktedefinition (G78)
- Spiraleninterpolation
- Werkzeugwechsel (M6, M66, M67)
- Makro- (G22) oder Programmaufruf (G23)
- Satz- und Programmteilwiederholung (G14)
- Bedingter Sprungbefehl (G29)

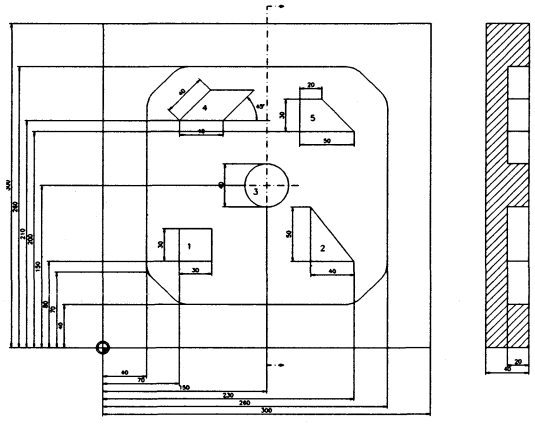
Abschluß der gesamten Taschenbeschreibung. Nachdem die Tasche ausgeräumt ist, wird die Ausführung des Teileprogramms fortgesetzt, und zwar mit dem Satz der dem G202-Satz unmittelbar folgt.

Bei G202 wird das Berechnen von universellen Taschenzyklen beendet. Beim nächsten G200 wird die Berechnung fortgesetzt.

Beim Ausführen von G202 werden G0, G40, G63 und G90 automatisch aktiviert.

Nach der Taschenbeschreibung muß das Programm mit einer absoluten Position fortgesetzt werden.

Beispiel Tasche mit Inseln



N9990

```
N1 G54
N2 G17
N3 G195 X-10 Y-10 Z10 I320 J320 K-60
N4 G99 X0 Y0 Z0 I300 J300 K-40
N5 G200
N6 T2 M6 (Vorbohren der Startpunkte, Bohrer R10)
N7 G81 Y2 Z-20 F200 S3000 M3
N8 G22 N=9992
N9 T3 M6 (Ausräumen der Tasche, Fräser R8)
N10 S2500 M3
N11 G201 Y0.1 Z-20 B2 I50 K8 F200 F2=100 N1=9991 N2=9992
N12 G203 X40 Y40 Z0 N1=9993
N13 G208 X220 Y220 I30      (Taschenkontur)
N14 G204
N15 G205 X100 Y80 N1=9994
N16 G208 X-30 Y30 J-1              (Insel 1)
N17 G206
N18 G205 X190 Y80 N1=9995
N19 G91
N20 Y50                            (Insel 2)
N21 X40 Y-50
N22 G90
N23 G206
N24 G205 X150 Y130 N1=9996
N25 G2 I150 J150           (Insel 3)
N26 G206
N27 G205 X110 Y210 N1=9997
N28 G208 X-40 Y40 J-1 B1=135       (Insel 4)
N29 G206
N30 G205 X180 Y200 N1=9998
N31 G91
N32 Y30
N33 X20                            (Insel 5)
N34 X30 Y-30
N35 G90
N36 G206
```

N37 G202

```
N38 T4 M6 (Schlichten der Tasche, Fräser R8)
N39 F200 S2200 M3     |
N40 G22 N=9993        |
N41 G22 N=9994        |
N42 G22 N=9995        | (Nachbearbeitung)
N43 G22 N=9996        |
N44 G22 N=9997        |
N45 G22 N=9998        |
N46 M30
```

73. Anfang der Taschenkonturbeschreibung G203

Zweck

Anfang des Taschenkonturzykluses

Format

N... G203 X.. Y.. Z.. {B1=..} {N1=...}

Zugehörige Funktionen

G200...G208
Für dir allgemeine Beschreibung des Universellen Taschenzyklus siehe G200.

Parameter

X	Startpunkt in X
Y	Startpunkt in Y
Z	Startpunkt in Z
N1=	Makronummer für Nachbearbeitung
P	Punktedefinitionsnummer
B1=	Rotationswinkel Taschenkontur
B2=	Startpunkt Polarwinkel
L2=	Startpunkt Polarlänge
P1=	Punktedefinitionsnummer

X : Anfangskoordinate von der Taschenkontur.
Y : Anfangskoordinate von der Taschenkontur.
Z : Anfangskoordinate von der Taschenkontur.
In G17 ist die Z-wert der Taschenoberfläche in die WerkzeugAchse.
N1= : Nummer des Makros zur Nachbearbeitung der Taschenkontur.
Ist das Wort N1=.. nicht programmiert worden, wird kein Makro erzeugt.

B1= : Drehung der Taschenkontur um den Punkt im G203-Satz. Eventuelle Inseln werden nicht gedreht.

Hinweise und Verwendung

Die Beschreibung der Taschenkontur beginnt mit der Angabe der Position des ersten Punktes. Auch die Nachbearbeitung der Kontur beginnt an diesem Punkt.

Der Anfangspunkt kann mit absoluten kartesischen Koordinaten definiert werden, die auf den Programmnullpunkt W bezogen sind, aber auch mit absoluten Polarkoordinaten (B2=.. und L2=..). Die Lage läßt sich auch mit Hilfe eines vordefinierter Punktes (G78) programmieren.

Die Lage der Werkstückoberfläche wird mit Koordinatenwerten der nachfolgenden Werkzeugachsen definiert: G17 Z-Achse, (G18) X-Achse, (G19) Y-Achse.

Die Werkzeugachsenkoordinaten müssen immer im G203-Satz enthalten sein.

Beim Ausführen von G203 werden G1, G63 und G90 automatisch aktiviert.

Zur Beschreibung der Konturelemente können alle Möglichkeiten der Steuerung zur Angabe von geradlinigen und kreisförmigen Elementen genutzt werden.

Die Taschenkontur muß geschlossen sein, andernfalls wird die Kontur mit einer Geraden vom Endpunkt zum Anfangspunkt geschlossen.

Absolute oder inkrementale Koordinaten sind in der Konturbeschreibung erlaubt. Die Programmierung erfolgt über G90 oder G91.

Die Geometriefunktion (G64) kann verwendet werden. Hier gelten die gleichen Bedingungen wie für die Programmierung einer geometrischen Kontur. Die wichtigste davon ist, daß zwischen G64 und G63 lediglich absolute Koordinaten verwendet werden müssen.

Nur Achsen in der Hauptebene dürfen programmiert werden. Die Nachbearbeitung kann von der Seitenmitte aus gestartet werden. Dazu wird der Startpunkt der Taschenzyklusbeschreibung in der Seitenmitte gelegt.

Das Programm beginnt die Nachbearbeitung am Startpunkt der Konturbeschreibung und die Nachbearbeitung wird in der gleichen Folge ausgeführt wie die Konturbeschreibung.

Zwischen G203 und G204 dürfen nur folgende Funktionen programmiert werden:
G1, G2, G3, G208, G63, G64, G90 und G91
Die Bewegungen G1, G2/G3 beschränken sich auf die Hauptebene. Werkzeugachsen- und Drehachsenkoordinaten sind nicht erlaubt.
Die Funktionen G63/G64 und G90/G91 sollten allein im Programmsatz stehen, z.B.

```
N10 G64
N20 X... Y...          : erlaubt

N10 G64 X... Y...      : nicht erlaubt
```

Die Funktionspaare G203/G204 müssen im gleichen Programm oder Makro stehen.

Der erste Punkt einer Konturbeschreibung muß in einem G203-Satz angegeben sein.

In einer Kontur können definierte Punkte verwendet werden; eine Punktedefinition (G78) ist aber nicht erlaubt. Die Punkte müssen vor dem G200-Satz definiert werden.

Der Taschengrund muß parallel zur Bearbeitungsebene verlaufen, d.h. parallel zur XY-Ebene (G17), XZ-Ebene (G18) oder YZ-Ebene (G19). Eine geneigte oder gewölbte Bodenfläche ist nicht erlaubt.

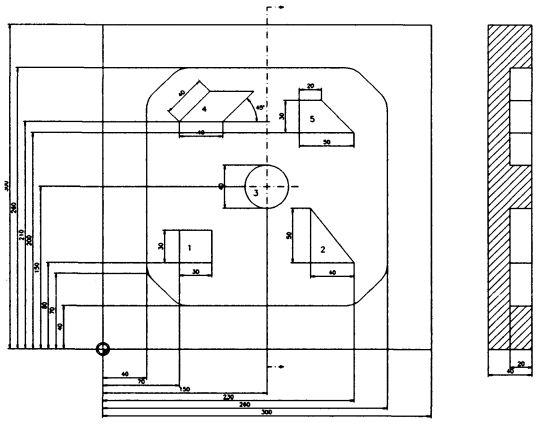
Die Taschenseiten müssen senkrecht zum Taschengrund stehen.

Zwei Elemente der gleichen Tasche dürfen einander nicht schneiden oder tangieren.

Beim Schlichten muß der Programmierer darauf achten, daß er den Werkzeugdurchmesser kleiner wählt, als den Abstand der kleinsten Engstelle in der Tasche des Werkstückes. Konturverletzungen bei der Schlichtbearbeitung werden von der Steuerung nicht erkannt.

Die Regeln welche für die Bewegungen G1 und G2/G3 gelten, sind gleichermaßen gültig für die gleichartigen Bewegungen im Taschenzyklus.
Wenn die Geometriefunktion (G64) aktiv ist, können nur absolute (G90) Koordinaten verwendet werden und es kann nur ein vorher definierter (G78) Punkt in einem Programmsatz enthalten sein.

Beispiel: Tasche mit Inseln



N9990

```
N1 G54
N2 G17
N3 G195 X-10 Y-10 Z10 I320 J320 K-60
N4 G99 X0 Y0 Z0 I300 J300 K-40
N5 G200
N6 T2 M6 (Vorbohren der Startpunkte, Bohrer R10)
N7 G81 Y2 Z-20 F200 S3000 M3
N8 G22 N=9992
N9 T3 M6 (Ausräumen der Tasche, Fräser R8)
N10 S2500 M3
N11 G201 Y0.1 Z-20 B2 I50 K8 F200 F2=100 N1=9991 N2=9992
N12 G203 X40 Y40 Z0 N1=9993
:
N14 G204
:
N37 G202
```

74. Ende der Taschenkonturbeschreibung G204

Zweck

Beendet die Beschreibung der Taschenkontur.

Format

N... G204

Zugehörige Funktionen

G200...G208
Für dir allgemeine Beschreibung des Universellen Taschenzyklus siehe G200.

Parameter

Keine

Hinweise und Verwendung

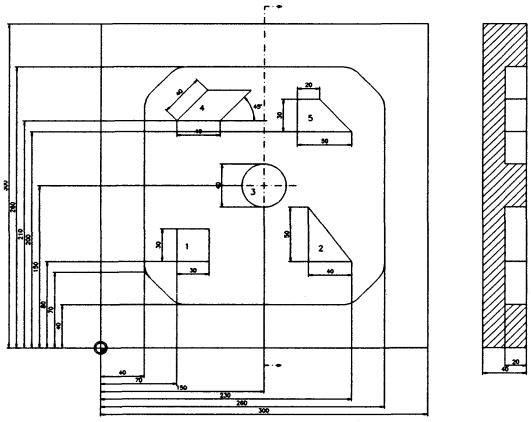
G204 darf nur zwischen G201 und G202 programmiert werden.

Zwischen G203 und G204 dürfen nur folgende Funktionen programmiert werden:
G1, G2, G3, G208, G63, G64, G90, G91
Die Bewegungen G1, G2/G3 beschränken sich auf die Hauptebene. Werkzeugachsen- und Drehachsenkoordinaten sind nicht erlaubt.
Die Funktionen G63/G64 und G90/G91 sollten allein im Programmsatz stehen, z.B.
N10 G64
N20 X... Y... : erlaubt

N10 G64 X... Y... : nicht erlaubt

Die Funktionspaare G203/G204 müssen im gleichen Programm oder Makro stehen.

Beispiel: Tasche mit Inseln



N9990

```
N1 G54
N2 G17
N3 G195 X-10 Y-10 Z10 I320 J320 K-60
N4 G99 X0 Y0 Z0 I300 J300 K-40
N5 G200
N6 T2 M6 (Vorbohren der Startpunkte, Bohrer R10)
N7 G81 Y2 Z-20 F200 S3000 M3
N8 G22 N=9992
N9 T3 M6 (Ausräumen der Tasche, Fräser R8)
N10 S2500 M3
N11 G201 Y0.1 Z-20 B2 I50 K8 F200 F2=100 N1=9991 N2=9992
N12 G203 X40 Y40 Z0 N1=9993
N13 G208 X220 Y220 I30      (Taschenkontur)
```

N14 G204

```
:
N37 G202
```

75. Anfang der Inselkonturbeschreibung G205

Zweck

Anfang der Inselkonturbeschreibung.

Format

N... G205 X.. Y.. {N1=...}

Zugehörige Funktionen

G200...G208
Für die allgemeine Beschreibung des Universellen Taschenzyklus siehe G200.

Parameter

X	Startpunkt in X
Y	Startpunkt in Y
Z	Startpunkt in Z
N1=	Makronummer für Nachbearbeitung
P	Punktedefinitionsnummer
B1=	Rotationswinkel Inselkontur
B2=	Startpunkt Polarwinkel
L2=	Startpunkt Polarlänge
P1=	Punktedefinitionsnummer

X : Anfangskoordinate von der Inselkontur.
Y : Anfangskoordinate von der Inselkontur.

N1= : Nummer des Makros zur Nachbearbeitung der Inselkontur.
Ist das Wort N1=.. nicht programmiert worden, wird kein Makro erzeugt.

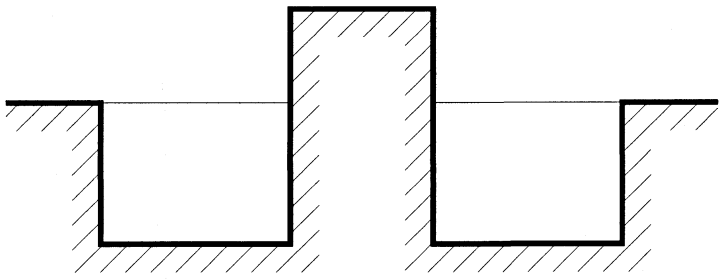
B1= : Drehung der Taschenkontur um den Punkt im G203-Satz. Eventuelle Inseln werden nicht gedreht.

75.1 Beschreibung einer Inselkontur

Die Kontur einer Insel wird in der gleichen Weise beschrieben wie die Kontur einer Tasche. Die Beschreibung beginnt mit G205 und der absoluten Startposition der Insel.

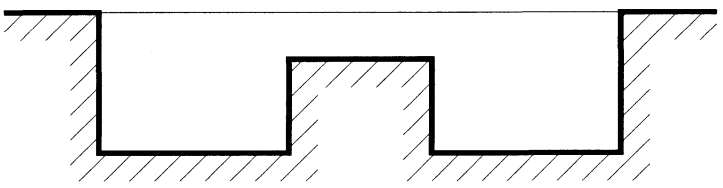
Die absolute Position wird beschrieben mit:
entweder kartesischen Koordinaten
oder polaren Koordinaten
oder einem definierten Punkt.

Die Werkzeugachse darf nicht programmiert werden. Die CNC nimmt an, daß die Insel- und die Taschenoberfläche gleich hoch sind.



NB 8211

Wenn die Insel über die Taschenoberfläche hinausragt, so kann mit dem B-Wort im G201-Satz eine Kollision zwischen Fräser und Werkstück während der Bewegung von einem zum anderen Startpunkt vermieden werden.
Wenn die Inseloberfläche unter der Taschenoberfläche liegt, so muß der Teileprogrammierer darauf achten, daß die Insel nach Ausräumen der Tasche auf die richtige Höhe gebracht wird.

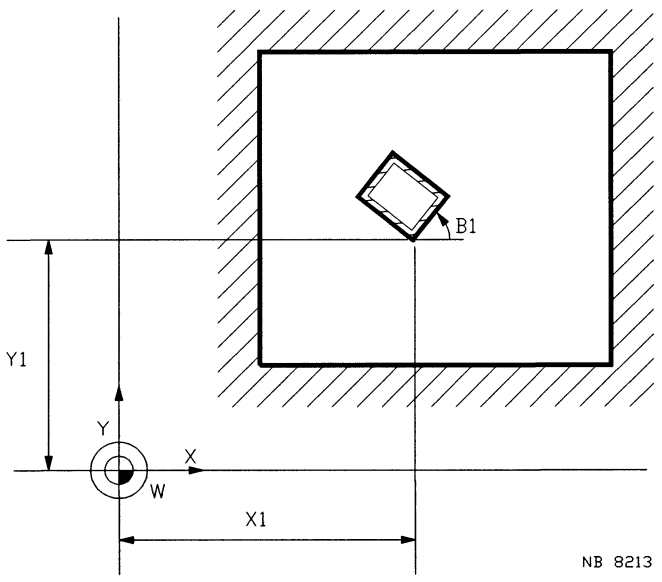


NB 8212

G205 veranlaßt die Aktivierung von G1, G63 und G90.
Die Konturbeschreibung wird mit G206 abgeschlossen.

Für eine Beschreibung der Insel-Anfahrbewegungen siehe G203 (Taschenkonturen)

DREHUNG EINER INSEL UM DEN STARTPUNKT



NB 8213

Das Wort B1=.. im G205-Satz gibt an, daß die Insel um den Startpunkt (X1;Y1) um den programmierten Winkel gedreht wird.

Die Programmierung lautet:

```
G205 X (=X1) Y (=Y1) B1= (=B1) N1=..
:    \
:     >  Inselkontur
:    /
G206
```

Hinweise und Verwendung

Zwischen G205 und G206 dürfen nur folgende Funktionen programmiert werden:
G1, G2, G3, G208, G63, G64, G90 und G91

Die Bewegungen G1, G2/G3 beschränken sich auf die Hauptebene. Werkzeugachsen- und Drehachsenkoordinaten sind nicht erlaubt.

Die Funktionen G63/G64 und G90/G91 sollten allein im Programmsatz stehen, z.B.

```
N10 G64
N20 X... Y...          : erlaubt

N10 G64 X... Y...      : nicht erlaubt
```

Die Funktionspaare G205/G206 müssen im gleichen Programm oder Makro stehen.

Die Kontur einer Insel muß geschlossen sein.

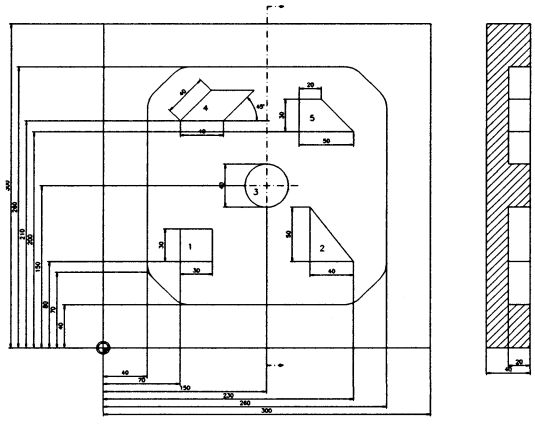
Zwei Inseln dürfen einander nicht schneiden oder tangieren

Inseln müssen in der Tasche liegen und dürfen die Seiten der Tasche nicht schneiden oder tangieren

Die Seiten einer Insel müssen senkrecht zur Bodenfläche stehen

Eine Insel darf nicht von einer anderen Insel eingeschlossen sein.

Beispiel: Tasche mit Inseln



N9990

```
N1 G54
N2 G17
N3 G195 X-10 Y-10 Z10 I320 J320 K-60
N4 G99 X0 Y0 Z0 I300 J300 K-40
N5 G200
N6 T2 M6 (Vorbohren der Startpunkte, Bohrer R8)
N7 G81 Y2 Z-20 F200 S3000 M3
N8 G22 N=9992
N9 T3 M6 (Ausräumen der Tasche, Fräser R10)
N10 S2500 M3
N11 G201 Y0.1 Z-20 B2 I50 K8 F200 F2=100 N1=9991 N2=9992
N12 G203 X40 Y40 Z0 N1=9993
N13 G208 X220 Y220 I30      (Taschenkontur)
N14 G204
N15 G205 X100 Y80 N1=9994
N16 G208 X-30 Y30 J-1              (Insel 1)
N17 G206
N18 G205 X190 Y80 N1=9995
N19 G91
N20 Y50                            (Insel 2)
N21 X40 Y-50
N22 G90
N23 G206
N24 G205 X150 Y130 N1=9996
N25 G2 I150 J150           (Insel 3)
N26 G206
N27 G205 X110 Y210 N1=9997
N28 G208 X-40 Y40 J-1 B1=135       (Insel 4)
N29 G206
N30 G205 X180 Y200 N1=9998
N31 G91
N32 Y30
N33 X20                            (Insel 5)
N34 X30 Y-30
N35 G90
N36 G206
N37 G202
N38 T4 M6 (Schlichten der Tasche, Fräser R8)
N39 F200 S2200 M3     |
N40 G22 N=9993        |
N41 G22 N=9994        |
N42 G22 N=9995        | (Nachbearbeitung)
N43 G22 N=9996        |
N44 G22 N=9997        |
N45 G22 N=9998        |
N46 M30
```

76. Ende der Inselkonturbeschreibung G206

Zweck

Beenden der Inselkonturbeschreibung.

Format

N... G206

Zugehörige Funktionen

G200...G208
Für die allgemeine Beschreibung des Universellen Taschenzyklus siehe G200.

Parameter

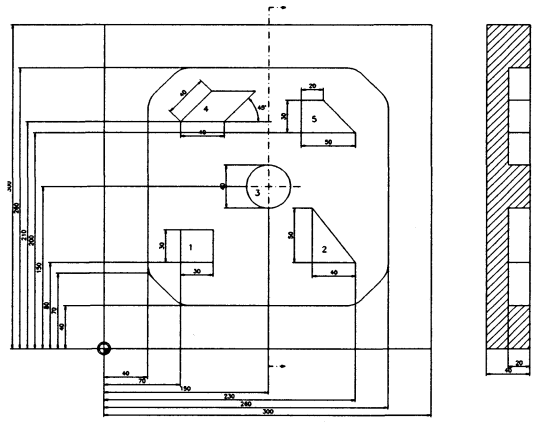
Keine

Hinweise und Verwendung

Zwischen G205 und G206 dürfen nur folgende Funktionen programmiert werden:
G1, G2, G3, G208, G63, G64, G90 und G91

Die Funktionspaare G205/G206 müssen im gleichen Programm oder Makro stehen.

Beispiel: Tasche mit Inseln



```
N9990
N1 G54
N2 G17
N3 G195 X-10 Y-10 Z10 I320 J320 K-60
N4 G99 X0 Y0 Z0 I300 J300 K-40
N5 G200
N6 T2 M6 (Vorbohren der Startpunkte, Bohrer R10)
N7 G81 Y2 Z-20 F200 S3000 M3
N8 G22 N=9992
N9 T3 M6 (Ausräumen der Tasche, Fräser R8)
N10 S2500 M3
N11 G201 Y0.1 Z-20 B2 I50 K8 F200 F2=100 N1=9991 N2=9992
N12 G203 X40 Y40 Z0 N1=9993
N13 G208 X220 Y220 I30      (Taschenkontur)
N14 G204
N15 G205 X100 Y80 N1=9994
N16 G208 X-30 Y30 J-1                (Insel 1)
N17 G206
N18 G205 X190 Y80 N1=9995
N19 G91
N20 Y50                              (Insel 2)
N21 X40 Y-50
N22 G90
N23 G206
N24 G205 X150 Y130 N1=9996
N25 G2 I150 J150            (Insel 3)
N26 G206
N27 G205 X110 Y210 N1=9997
N28 G208 X-40 Y40 J-1 B1=135         (Insel 4)
N29 G206
N30 G205 X180 Y200 N1=9998
N31 G91
N32 Y30
N33 X20                              (Insel 5)
N34 X30 Y-30
N35 G90
N36 G206
N37 G202
N38 T4 M6 (Schlichten der Tasche, Fräser R8)
N39 F200 S2200 M3      |
N40 G22 N=9993         |
N41 G22 N=9994         |
N42 G22 N=9995         | (Nachbearbeitung)
N43 G22 N=9996         |
N44 G22 N=9997         |
N45 G22 N=9998         |
N46 M30
```

77. Beschreibung der Inselkontur in einem Makro G207

Zweck

Programmieren von gleichen Inselkonturen an verschiedenen Stellen.

Es ergeben sich drei Möglichkeiten:
1. Die gleiche Insel kommt an einer anderen Stelle in der gleichen Taschenkontur vor.
2. Die gleiche Inselkontur kommt in einer anderen Taschenkontur vor.
3. Die gleiche Inselkontur kommt in einem anderen Programm vor.

Indem die Inselkontur in einem Makro eingebunden ist, können die drei Möglichkeiten in der gleichen Weise verarbeitet werden.

Format

N... G207 N= X... Y... {Z...} {N1=...}

Zugehörige Funktionen

G200...G208
Für die allgemeine Beschreibung der Universellen Taschenzyklus siehe G200.

Parameter

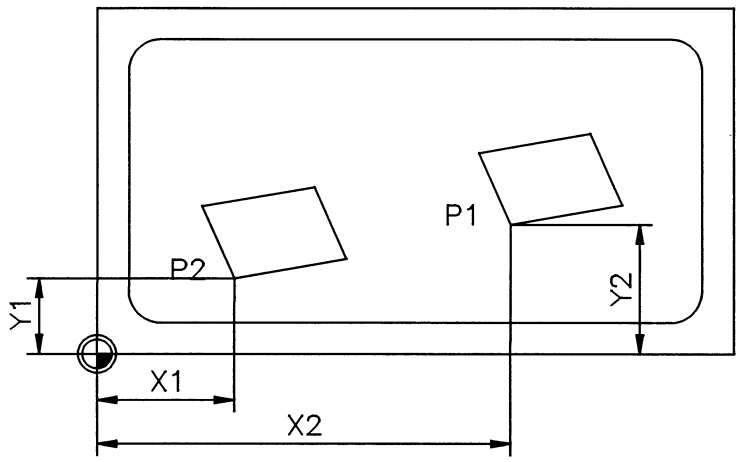
X	Verschiebung in X
Y	Verschiebung in Y
Z	Verschiebung in Z
N=	Makro mit Inselkonturbeschreibung
N1=	Makronummer für Nachbearbeitung

N=.. : Kennzeichnung des Makros mit der Inselkontur
X.. : Die Entfernungen zwischen dem Startpunkt der als Makro programmierten Kontur und dem
Y.. gewünschten Startpunkt

Hinweise und Verwendung

Eine geometrisch programmierten Kontur (G64...G63) innerhalb eines G207 Makro (Taschenzyklus) kann fehlerhaft sein, weil die Makro-Verschiebung nur in den Startpunkt verrechnet wird. Programmierer die Taschenzyklen verwenden sollen das Taschenmakro diesbezüglich kontrollieren und gegebenenfalls das Makro in das Teileprogramm aufnehmen um das Problem zu umgehen.

Beispiel



Das Makro der Inselkontur lautet dann:
N9xxx G205 X=X2 Y=Y2 N1=.. (X und Y sind die Anfangskoordinaten von der Inselkontur in Bezug auf den Werkstücknullpunkt.

N1 \
: > Inselkontur
N.. /
N.. G206

N9xxx stellt hier die Makrokennzeichnung dar.

Das Makro wird mit der Funktion G207 aufgerufen.

N.. G201

N.. G207 N=9xxx N1=....
N.. G207 N=9xxx X=(X1-X2) Y=(Y1-Y2) N1=....
N.. G202

Erläuterung:

1 : Insel deren Kontur als Makro programmiert ist
P1 : Startpunkt der Konturbeschreibung (G205-Satz) in Bezug das Werkstücknullpunkt.

2 : Gewünschte Position der zweiten Insel
P2 : Startpunkt der verschobenen Kontur in Bezug das ursprüngliche Platz des Kontur.
X.. : Abstand parallel zur X-Achse von P1 zum P2
Y.. : Abstand parallel zur Y-Achse von P1 zum P2

Der Abstand hat ein Vorzeichen, wie bei Inkrementalmaßprogrammierung.

Hinweis

Das Beste ist um das Inselkontur mit die Koordinaten X0,Y0 anzufangen. (Nullpunktverschiebung in G205). Im G207 Satz kann dann der Anfangspunkt ohne rechnen programmiert werden.

Das gleiche Makro der Inselkontur lautet dann:
N9xxx G205 X0 Y0 N1=..
N.. \
: > Inselkontur mit Nullpunktverschiebung
N.. /
N.. G206

N9xxx stellt hier die Makrokennzeichnung dar.
Das Makro wird mit der Funktion G207 aufgerufen.
N.. G201
:
N.. G207 N=9xxx X=X2 Y=Y2
N.. G207 N=9xxx X=X1 Y=Y1
N.. G202

In Makro darf keine G63/G64 stehen.
Absolute und/oder Inkrementelle Programmierung ist möglich.

78. Beschreibung einer Kontur als ein regelmäßiges Viereck G208

Zweck

Beschreiben eines regelmäßigen Vierecks als Tasche oder Inselkontur.
Die Funktion G208 ermöglicht es, ein regelmäßiges Viereck, insbesondere ein Rechteck oder ein Parallelogramm, auf einfache Weise wie eine Kontur zu programmieren.

Format

N... G208

Zugehörige Funktionen

G200...G208
Für die allgemeine Beschreibung der Universellen Taschenzyklus siehe G200.

Parameter

X	Länge in X
Y	Länge in Y
Z	Länge in Z
I	Fasenlänge
J	J1:Gleichlauf / J-1:Gegenlauf
R	Rundungsradius
B1=	Winkel Viereckkontur

N : Satznummer

X und Y : Diese Wörter geben den Abstand entlang den zwei Hauptebenenachsen an. Der Abstand wird gemessen vom Startpunkt im G203-Satz. Das Vorzeichen der Wörter bestimmt die Richtung in der der Abstand gemessen wird. "+" bedeutet, daß der Abstand in der positiven Achsrichtung gemessen wird, "-" bedeutet, daß der Abstand in der negativen Achsrichtung gemessen wird.

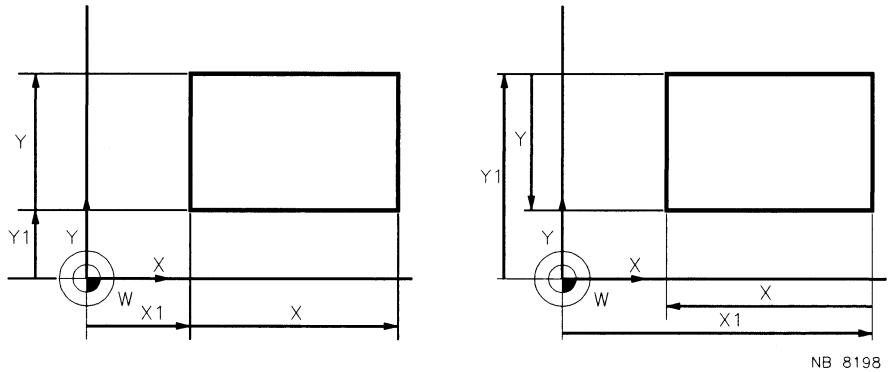
J : Die Angabe der Bewegungsrichtung bei der Nachbearbeitung erfolgt mit den J-Wörtern:
J+1 Fräsen im Gegenuhrzeigersinn (Gleichlauffräsen)
J-1 Fräsen im Uhrzeigersinn (Gegenlauffräsen)
Wird keine J-Adresse programmiert, so wird automatisch J+1 verwendet.

Hinweise und Verwendung

Der Taschengrund muß immer parallel zur Hauptebene verlaufen.

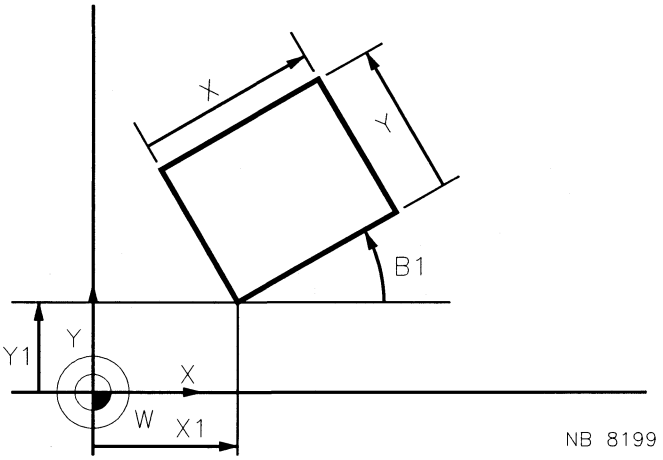
Beispiel

1) Viereck



Wenn die Seiten eines Vierecks parallel zu den Achsen verlaufen, so liegen die X- und Y-Koordinaten ebenfalls parallel zu den Achsen.

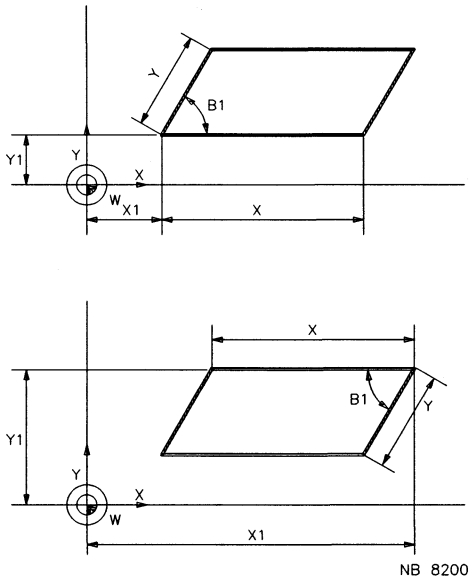
Verlaufen die Seiten nicht parallel zur X- und Y-Achse, so wird G208 programmiert als wären sie parallel. Der G203-Satz enthält den Drehwinkel (B1=..).



Die Programmierung lautet:
G203 X (=X1) Y (=Y1) Z (=Z1) B1= (=B1)
G208 X (=X) Y (=Y)
G204

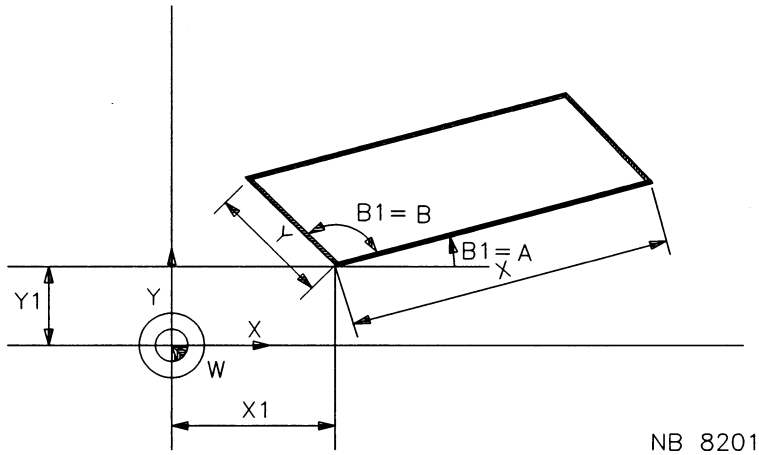
2) Parallelogramm
Zum Programmieren eines Parallelogramms wird die Länge der beiden Seiten sowie der Winkel angegeben.

Es sind:
B1= : Der Winkel in Grad und Bruchteilen eines Grades
(0° < B1 < 180°).
Der Winkel ist vorzeichenlos.
Der Standardwert für B1=.. ist 90°, d.h. die Figur stellt ein Rechteck dar.



Die Programmierung lautet:
G203 X (=X1) Y (=Y1) Z (=Z1)
G208 X (=X) Y (=Y) B1= (=B1)
G204

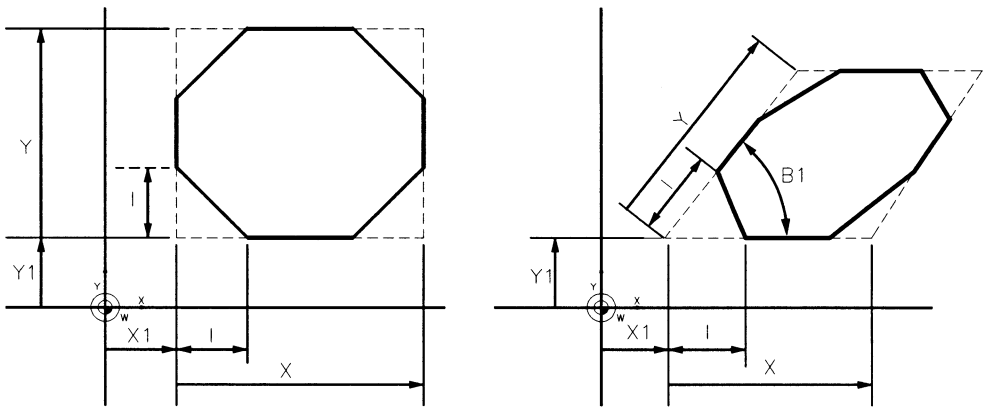
Läuft eine Seite nicht parallel zur X-Achse, ist die Programmierung gleich. Der G203-Satz enthält den Drehwinkel.



NB 8201

Die Programmierung lautet:
G203 X (=X1) Y (=Y1) Z (=Z1) B1= (=A)
G208 X (=X) Y (=Y) B1= (=B)
G204

3) Fase
In das Rechteck sowie das Parallelogramm kann eine Fase eingefügt werden.
I-Wort : Die Fasenbreite.
Das I-Wort ist vorzeichenlos.
Die Fase wird symmetrisch um den Eckpunkt angeordnet.

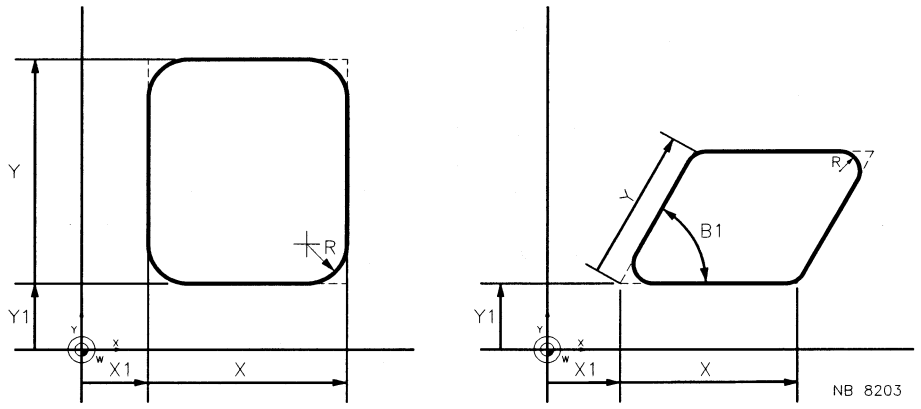


NB 8202

Die Programmierung lautet:
G203 X (=X1) Y (=Y1) Z (=Z1)
G208 X (=X) Y (=Y) B1= (=B1) I (=I)
G204

4) Rundung

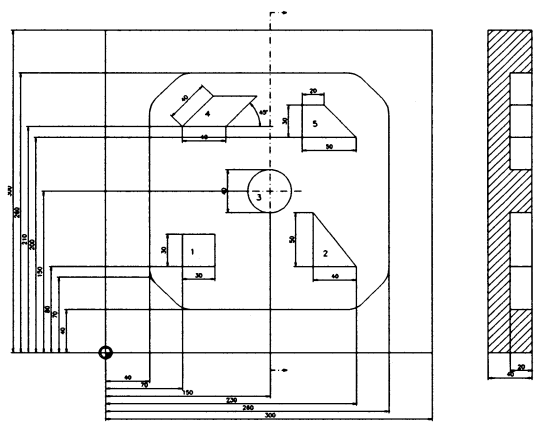
R-Wort : Der Rundungsradius. Der Radius ist vorzeichenlos.



Die Programmierung lautet:
G203 X (=X1) Y (=Y1) Z (=Z1)
G208 X (=X) Y (=Y) B1= (=B1) R (=R)
G204

Es kann entweder das I-Wort oder das R-Wort programmiert werden. Bei gleichzeitiger Programmierung dieser Wörter erfolgt die Fehlermeldung "Ungültige Konturbeschreibung" (P144).

Beispiel: Tasche mit Inseln



N9990

```
N1 G54
N2 G17
N3 G195 X-10 Y-10 Z10 I320 J320 K-60
N4 G99 X0 Y0 Z0 I300 J300 K-40
N5 G200
N6 T2 M6 (Vorbohren der Startpunkte, Bohrer R10)
N7 G81 Y2 Z-20 F200 S3000 M3
N8 G22 N=9992
N9 T3 M6 (Ausräumen der Tasche, Fräser R8)
N10 S2500 M3
N11 G201 Y0.1 Z-20 B2 I50 K8 F200 F2=100 N1=9991 N2=9992
N12 G203 X40 Y40 Z0 N1=9993
N13 G208 X220 Y220 I30          (Taschenkontur)
N14 G204
N15 G205 X100 Y80 N1=9994
N16 G208 X-30 Y30 J-1           (Insel 1)
N17 G206
N18 G205 X190 Y80 N1=9995
N19 G91
N20 Y50                         (Insel 2)
```

```
N21 X40 Y-50
N22 G90
N23 G206
N24 G205 X150 Y130 N1=9996
N25 G2 I150 J150          (Insel 3)
N26 G206
N27 G205 X110 Y210 N1=9997
N28 G208 X-40 Y40 J-1 B1=135 (Insel 4)
N29 G206
N30 G205 X180 Y200 N1=9998
N31 G91
N32 Y30
N33 X20                          (Insel 5)
N34 X30 Y-30
N35 G90
N36 G206
N37 G202
N38 T4 M6 (Schlichten der Tasche, Fräser R8)
N39 F200 S2200 M3     ¦
N40 G22 N=9993        ¦
N41 G22 N=9994        ¦
N42 G22 N=9995        ¦ (Nachbearbeitung)
N43 G22 N=9996        ¦
N44 G22 N=9997        ¦
N45 G22 N=9998        ¦
N46 M30
```

79. Programmieren von Fehlermeldungen G300

Zweck

Setzen von Fehlermeldungen bei Ausführung von Universellen Programmen oder Makros.

Format

N... G300 D...

Parameter

D Programm Fehleraufruf

Hinweise und Verwendung

Diese Funktion darf nur innerhalb von Programmen und Makros benützt werden.

Bei der Ausführung von die Programmen kann ein Fehlermeldung gegeben werden.

Es können nur Fehlermeldungen aus den bestehenden P-Fehlerliste verwendet werden. (Siehe Fehlerliste P in Kapitel Verschiedenes von das Steuerungshandbuch).

Beispiele

Beispiel : Setzen von Fehlermeldungen, wenn ein programmierter Winkel nicht zugelassen ist.

```
N9999 (Makro für Berechnen der Tischdrehungen)
N7  (E4 ist Eingangswert für Winkel Phi)
N100
N110 G29 I1 E30 N=180 E30=(E4>360)
N120 G29 I1 E30 N=210 E30=(E4<0)
N150 G29 I1 E30 N=290 E30=1
N160
N170 (Fehlermeldung: Phi>360)
N180 G300 D190 (Programmierte Wert > Höchstwert)
N190
N200 (Fehlermeldung: Phi<0)
N210 G300 D191 (Programmierte Wert < Mindestwert)
N220
N290
```

Erläuterung:

N11 : E4 ist Eingangswerte für Winkel Phi
N110: Vergleichen ob E4 > 360 Grad. So Ja, dann Sprung zu N180
N120: Vergleichen ob E4 < 0 Grad. So Ja. dann Sprung zu N210
N150: Sprung zu N290 (0 <= E4 <= 360 Grad)
N180: Fehlermeldung: Programmierte Wert > Höchstwert
Programm muß beendet werden und ein geänderte E4 muß eingetragen werden
N210: Fehlermeldung: Programmierte Wert < Mindestwert
Programm muß beendet werden und eine geänderte E4 muß eingetragen werden
N290: Normales Programm

80. Fehlermeldung im eingelesenen Programm oder Makro G301

Fehlermeldung im eingelesenen Programm oder Makro.

N... G301 (O... Falscher Original-Satz)

Parameter
keine

Hinweise und Verwendung
Dieses G301 wird generiert, wenn beim Einlesen eines Programms oder Makros ein Lesefehler gefunden wird. Funktion kann nur innerhalb fehlerhafter Programme und Makros stehen.

Die Funktion kann nicht in MDI eingetragen werden.

Die Fehlermeldungen sind die bestehenden O-Fehler. (Siehe Fehler Liste P und O im Kapitel: Verschiedenes).

Beispiel
Richtiges Programm gespeichert auf Festplatte.
Programm wurde mit MC84 = 0 gemacht

```
N9999 (Programm ...)
N1 G17
N2 G57
N3 T1 M6
N4 F200 S1000 M3
:
N99 M30
```

Fehlerhaftes Programm im RAM.
Erweiterte Nullpunktverschiebung ist aktiv (MC84 > 0)

```
N9999 (ERR*) (Programm ...)
N1 G17
N2 G301 (O138  G57)
N3 T1 M6
N4 F200 S1000 M3
:
N99 M30
```

Erläuterung:
G301 gibt an, daß das Programm falsch ist. G57 muß G54 I03 sein.

Dieses falsche Programm kann ausgeführt werden. Beim G301-Satz wird angehalten und Fehler P33 (ändere Text im umgesetzten Satz) erscheint. Dieser Satz muß geändert, und das Programm neu gestartet werden.

81. Abfragen Maschinenkonstantenwerte G322

Zweck

Abfragen eines Maschinenkonstantenwertes und Speichern dieses Wertes in den dazu vorgesehenen E-Parameter.

Format

N... G322 C.. N1=...

Zugehörige Funktionen

Parameter

N1= Maschinenkonstantennummer
C E-Parameter

Hinweise und Verwendung

Diese Funktion darf nur innerhalb von Programmen und Makros benützt werden.

AUSLESEN VON MASCHINENKONSTANTEN OHNE WERT
Wenn in der Maschinenkonstantentabelle Adressen ausgelesen werden, die nicht sichtbar sind, so wird der E-Parameter nicht geändert.

ART DER FUNKTION
nicht modal

Beispiele

Beispiel : Auslesen der Maschinenkonstante 103 und Speichern des Wertes im E-Parameter 10.

N... G322 N1=103 C10

Beispiel : Universelle Programmsätze, die für beide Nullpunkttabellentypen benutzbar sind.

```
N30 E5=... (Gemessene X Wert)
N40 E6=... (Gemessene Z Wert)
N50 G322 N1=84 C10
N60 G29 E1 N=90 E1=E10>0
N70 G150 N1=57 X7=E5 Z7=E6
N80 G29 E1 N=100 E1=1
N90 G150 N1=54.03 X7=E5 Z7=E6
N100 ..
```

Erläuterung:

N50 : Maschinenkonstante 84 wird gesetzt in E10
N60 : Vergleichen ob MC84 > 0. So dann Sprung zu N90
N70 : Ändern der Nullpunktverschiebungstabelle ZO.ZO
N80 : Sprung zum N100
N70 : Ändern der Nullpunktverschiebungstabelle ZE.ZE

82. Abfragen aktuelle Achspositionswerte G326

Zweck

Abfragen eines aktuellen Achspositionswertes und Speichern dieses Wertes in den dazu vorgesehenen E-Parameter.

Format

N... G326 {X7=..} {Y7=..} {Z7=..} {A7=..} {B7=..} {C7=..}

Zugehörige Funktionen

Parameter

X7= E-Parameter für Meßwert in X
Y7= E-Parameter für Meßwert in Y
Z7= E-Parameter für Meßwert in Z
A7= E-Parameter für Meßwert in A
B7= E-Parameter für Meßwert in B
C7= E-Parameter für Meßwert in C

Hinweise und Verwendung

Diese Funktion darf nur innerhalb von Programmen und Makros benützt werden.

ABFRAGEN VON NICHT ANWESENDEN ACHSEN
Wenn die Achse nicht vorhanden ist, wird der E-Parameter nicht geändert.

AUFRAGEN BEI GRAPHISCHER SIMULATION
Bei graphischer Simulation wird die X- ,Y- und Z-Achse richtig abgefragt. Die Drehachsen bleiben Null.

ART DER FUNKTION
nicht modal

Beispiele

Beispiel : Abfragen aktuelle Achspositionswerte von X,Y und Z und Speichern der Werte in die E-Parameter 20, 21 und 22.

N... G326 X7=20 Y7=21 Z7=22

Beispiel : Programm fortsetzung nach Universelle Taschenfräszyklus.

```
N30 G202
N40 G326 X7=20 Y7=21
N50 G29 E1 N=90 E1=E20>100
N60 G29 E1 N=90 E1=E20<-100
N70 G0 X-110
N80 G0 Y 100
N90 ..
```

Erläuterung:

N30 : Ende Taschenfräszyklus
N40 : Unbekannte aktuelle Endposition von X und Y
N50 : Wenn aktuelle X-Position >100, dann Sprung zu N90
N60 : Wenn aktuelle X-Position <-100, dann Sprung zu N90
N70 : G0 Bewegung nach X-110, wenn die aktuelle X-Position zwischen 100 und -100 liegt.
Auf diese Weise kann man zum Beispiel ein Hindernis umgehen
N80 : Weitere Ausweichbewegung
N90 :

83. Look Ahead Feed (LAF)-Funktion (ab V320)

83.1 Einführung

Mit Look Ahead Feed wird eine Vorausberechnung auf der programmierten Werkzeugbahn unter Einbezug der Achsdynamik aller beteiligten Achsen vorgenommen. Damit wird die Bahngeschwindigkeit so angepaßt, daß bei möglichst hoher Geschwindigkeit höchste Konturgenauigkeit erreicht wird. Der programmierte Vorschub wird jedoch nie überschritten.

Spezielle Hochleistungsalgorithmen gewährleisten unter Beachtung des programmierten Vorschubes und des aktuell eingestellten Vorschuboverrides, daß ein homogener Vorschubverlauf bei schnellen Abarbeitungszeiten möglich wird.

Der Ablauf von CAD-generierte Programmen wird wesentlich erhöht.

Der Anwender braucht in Hinblick auf Look Ahead Feed nichts weiter zu beachten.
Die Funktion kann nicht beeinflußt werden.

Änderungen gab es lediglich bei der Funktion G28. Die Adressen für die Vorschubbegrenzung sind entfallen (siehe G27/628 ab V320). Bereits bestehende Programme müssen nicht angepaßt werden, d.h. sie sind weiterhin lauffähig wie bisher. Diese Funktionen werden während der Bearbeitung ignoriert. Die Bearbeitung kann aber weiter laufen.

Während Look Ahead Feed soll der Endpunkt und Mittelpunkt eines Kreises innerhalb 64 μm miteinander übereinstimmen. In diesem Fall wird der Mittelpunkt automatisch korrigiert. Es findet keine "Ausgleichsbewegung" beim Endpunkt statt wie in V310. Wenn der End- und Mittelpunkt nicht innerhalb 64 μm übereinstimmen, wird ein Fehler gemeldet. Dieses gilt auch für Helixinterpolation.

83.2 Spezifische Beschreibung

1) Interpolationsarten

Die LAF-Funktion ist aktiv während:
- G0 Eilgang inklusive Zustellbewegungen
- G1 Vorschubbewegung
- G2, G3 Kreis inklusive Schraubenlinieninterpolation (Helix)

Die LAF-Funktion ist nicht aktiv während:
- G6 Splines
- G74 Positionier Bewegungen
- G84 Gewindeschneiden
- G145,G45,G46 Meßbewegung
- G182 Zylindermantel Interpolation mit allen zugelassenen Bewegungen.
- SPS-kontrollierte Achsbewegungen (Home Position)
- Hilfsachsbewegungen

Kreisinterpolation
- Die erreichbare Kreisgenauigkeit ist mit LAF während höheren Geschwindigkeiten besser als in V3.10. Dieses gilt sowohl für Kreise die durch G2/G3, wie für Kreise die durch Zyklen erzeugt werden.

2) Bisherige Konturgenauigkeit Funktionen (G28 Funktion)

Die folgende Funktionen innerhalb der G28 Programmierung sind nicht mehr aktiv:
- I3=2 G1,G2,G3 mit Eckenfreigabeabstand (MC136)
- I3=3 G1 mit programmierbarer Konturgenauigkeit, (MC137) oder I7=(0-10000)[μm]
- I4=2 G0 mit Eckenfreigabeabstand (MC136)
- I6=1 G2,G3 mit Vorschubbegrenzung (MC135)

Diese Funktionen werden während der Bearbeitung ignoriert. Die Bearbeitung kann aber weiter laufen.

4) Neue Fehlermeldungen

P300 LAF: Endpunkt nicht auf dem Kreis

Abweichung Kreis-Endpunkt größer dann 64μm.
Für ein Zylinder gilt noch zusätzlich: 100 mm < R-Zylinder < 10 m

Lösung: Das Endpunkt soll genauer definiert werden.

P301 LAF: SW-Endschalter angefahren

Die programmierte Bahn kommt ausserhalb den Endschaltern oder ausserhalb + oder - 100 m. Bei Geraden wird dieser Fehler an Anfang des falsch programmierten Satzes generiert. Bei Kreisen hängt es ab von dem Kreisform und Geschwindigkeit.

Lösung: Die Bahn soll innerhalb dem möglichen Bereich definiert werden.

P302 Kein Interpolations Achse

Es sind nicht die richtigen Achsen definiert für die angewählte Interpolationsart:
- Kein zwei Hauptachsen für Kreisinterpolation.
- Kein Rundachse für Zylindermantel Interpolation

Lösung: Die fehlende Achse soll definiert werden.

Beispiel

```
N14803 (TESTPROGRAMM)
N1 (LAUFZEIT MAX. 24 MINUTEN)
N1 (LETZTE SATZNUMMER  N120666)
N6 G90
N12 G40
N14 M9
N16 T2 M67
N18 (TOLERANZ 0.01)
N20 (KUGELFRÄSER D 8 mm, AUFMAß 0.0 )
N24 F15000 S16000 M3
N26 G0 X230 Y-14.8 Z10
N28 G0 Z42.5
N30 G1 Z32.5
N32 X210.16
.
N120664 G0 Z100
N120666 M30
```

83.3 Allgemeine Theoretische Beschreibung

LAF = Look Ahead Feed. Funktion der Bahnvorbereitung zur Kontrolle der Beschleunigung entlang die Bahn. Mit dieser Beschleunigungskontrolle wird das maximale Beschleunigungsmoment der beteiligten Antriebe nicht überschritten.

CAD-Programm
NC-Programm das durch ein Computer Aided Design (CAD) System generiert würde. So ein NC-Programm besteht meistens aus vielen kürzen Linearsätzen. Die LAF-Funktion bietet hier wesentliche Vorteile, weil die neue LAF-Beschleunigungskontrolle u.a. mehrere Sätze vorausschaut.

Inpod
In Position Delayed. Zustand der Steuerung, wobei am Ende eines NC-Block die genaue Position angefahren wird. Die Maschine steht ein bestimmte (einstellbare) Zeit still auf dieser Position.

Die LAF Funktionen hat Einfluß auf die Genauigkeit. Die Genauigkeit ist nicht programmierbar im Teileprogramm.

Eckfehler
Die Genauigkeit von der LAF wird vor allem beeinflußt durch dem Bell-shaped Filterzeit. Mit einer Bell-shaped Filterzeit von 15 ms (MC3x90 = 15) wird ein Eckfehler von ca 10 μm erreicht. Dieser Eckfehler ist direkt proportional mit dem Bell-shaped Filterzeit aber nicht abhängig von der Eckgröße oder die maximale Achsenbeschleunigung.

Bell-shaped Filter
Die Achsen werden innerhalb und außerhalb LAF mit unterschiedlichen Dynamik angesteuert. Wenn die LAF aktiv ist, kann die Bell-shaped Filterzeit verkürzt werden. Dadurch ist es auch möglich um während LAF-Betrieb ein höhere Genauigkeit zu erreichen.

Kreisgenauigkeit
Beim Kreisradiusfehler gilt das der Einfluß von dem Bell-shaped Filterzeit großer ist wie der Einfluß von den LAF Maschinen-Konstanten. Mit ein Bell-shaped Filterzeit von 15 ms (MC3x90 = 15) wird ein Kreisradiusfehler von maximal 9 μm erreicht.

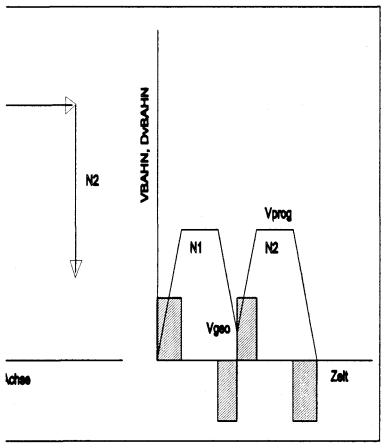
Bei größere Kreisradius oder kleinere Geschwindigkeit wird der Kreisradiusfehler kleiner wie 9 [μm]. Bei kleinere Kreisradius wird die effektive Geschwindigkeit verringert.

Die LAF Funktion besteht eigentlich aus 5 unterschiedliche Funktionen.

1) Beschleunigungsrechnung vor der Interpolation
2) Die Rückrechnung und das Bahnprofil
3) Endpunkt Synchronisation.
4) Die Bahnglättung
5) Multiblock look ahead

1) Beschleunigungsrechnung vor der Interpolation

Die LAF-Funktion hat die Aufgabe, die Bahngeschwindigkeit an den Unstetigkeitsstellen auf der Bahn soweit zu reduzieren, daß die beteiligten Antriebe zu keinem Zeitpunkt unter ihrer Hochlaufspezifikation betrieben werden und somit das maximale Beschleunigungsmoment nicht überschritten wird.

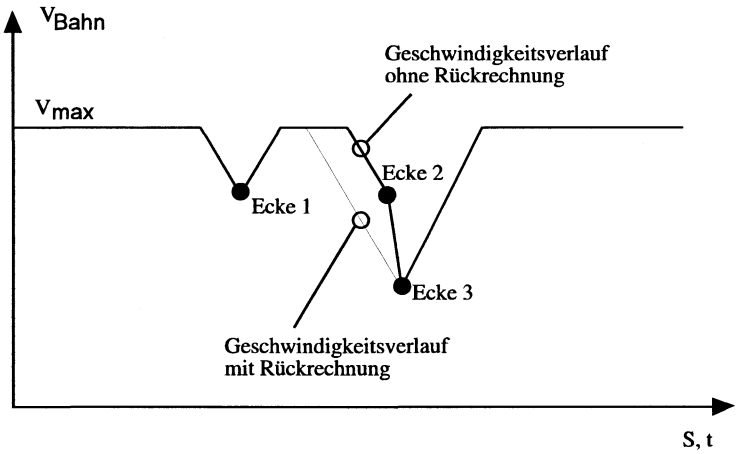


Diese Abbildung zeigt den idealisierten Bahngeschwindigkeitsverlauf beim Durchfahren einer 90 Grad Ecke. Die schraffierten Flächen entsprechen der Bahnbeschleunigung. In diesem Beispiel ist Vgeo die Bahngeschwindigkeit, die mindestens erreicht werden soll, um die Antriebe nicht zu überlasten.

Wie hoch die Bahngeschwindigkeit (Grenzgeschwindigkeit) an einer 90 Grad Ecke sein kann und mit welcher Bahnbeschleunigung auf diese Grenzgeschwindigkeit angesteuert werden muß, wird bestimmt durch die Ansteuermöglichkeiten von die beteiligten Achsen.

2) Die Rückrechnung und das Bahnprofil

Neben der lokalen Betrachtung der Unstetigkeitsstellen auf der Bahn (1 Satz look ahead feed) übernimmt die LAF-Funktion auch noch die Aufgabe, bereits vorab festzustellen, ob die ermittelte lokale Grenzgeschwindigkeit zwischen zwei Blöcken überhaupt relevanz ist.



Wie diese Abbildung zeigt, hat die lokale Betrachtung der Konturübergänge für die Ecken 1, 2 und 3 jeweils eine Grenzgeschwindigkeit ermittelt. Weil die Grenzgeschwindigkeit für Ecke 3 jedoch nicht

mehr erreicht werden kann, wenn erst mit dem Bremsen begonnen wird, nachdem Ecke 2 angefahren wurde, muß Ecke 2 als nicht relevanz und Ecke 3 als relevanz vermerkt werden. Relevanz bedeutet, daß die Bahnkontrolle Kenntnis von dieser Ecke erlangt hat, bevor Ecke 2 erreicht wird.

Dieser ermittelte lokale Grenzgeschwindigkeit kann niedriger werden:

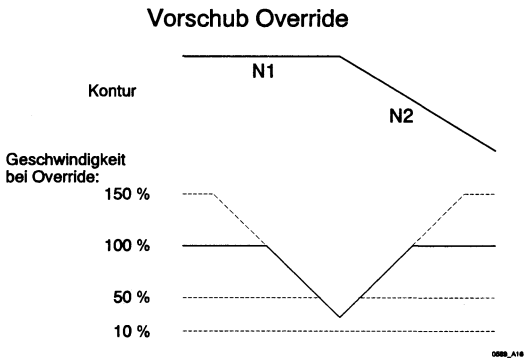
-Aufgrund des Anfahrweges zu diesem Konturübergang kann der erreichbaren maximalen Geschwindigkeit überhaupt nicht erreicht werden (rechtzeitiges Abbremsen muß möglich sein).

-Diese Grenzgeschwindigkeit kann Aufgrund eines nahen, niedrigeren Grenzgeschwindigkeitspunktes nicht realisierbar sein.

3) Endpunkt Synchronisation.

Da in der Regel mit dem Einsatz der LAF-Funktionen auf die achsspezifischen Beschleunigungsfilter verzichtet wird, muß dafür gesorgt werden, daß die Achsen am Ende der Bahn rechtzeitig auf die vorgeschriebenen Positionen abgebremst und diese nicht etwa überfahren werden.
Die Beschleunigungsrechnung berechnete die maximale Geschwindigkeits- und Beschleunigungswerte am Konturübergang. Bei das Fahren sorgt die achsspezifischen Beschleunigungsfilter für eine Begrenzung der Bahngeschwindigkeit, wenn der erkennbare Bremsweg dies erforderlich macht. Hiermit wird die maximale Geschwindigkeit niedriger als die der normalen look ahead.

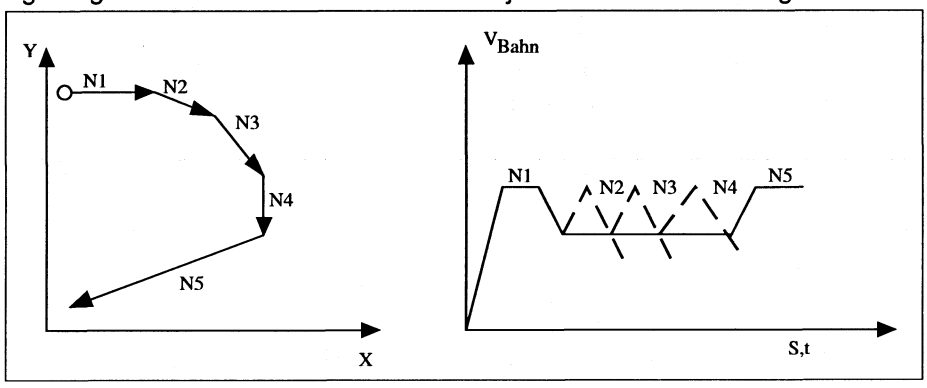
Die berechnete Beschleunigungsrampe ist unabhängig vom aktuellen Override und immer optimal für den beteiligten Achsen. Wenn der Override niedriger gedreht wird, wird der notwendige Bremsweg entsprechend verkürzt. Die Abbremsrampe bleibt aber gleich.



Für Override-Werten > 100% wird die Eckengeschwindigkeit jedoch beschränkt bis der berechnete Wert für 100%.

4) Die Bahnglättung

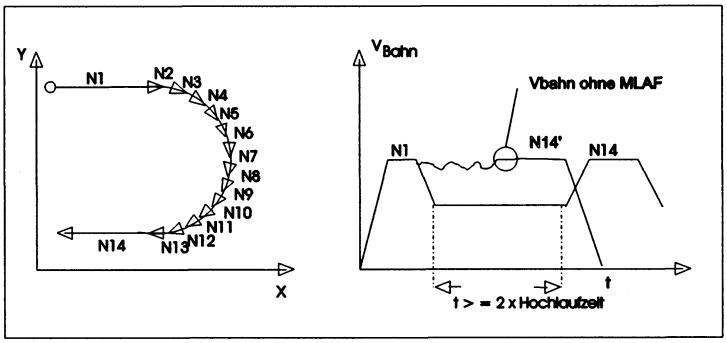
Vor allem bei der Bearbeitung von Flächen im 2½ - und 3D Bereich bringt die LAF durch eine 100%-ige Kontrolle der Bahngeschwindigkeit den meisten Nutzen. Bei viele Bahnsegmente mit kleinen Richtungsänderungen wird die maximale Geschwindigkeit etwas niedriger gemacht, so das mit eine gleichen Bahngeschwindigkeit gefahren wird und daß nicht nach jeder Ecke Beschleunigt wird.



Diese Abbildung zeigt den idealisierten Bahnverlauf mit und ohne Glättung. Der Bahnverlauf ohne Glättung (gestrichelte Linien) entsteht, wenn durch die LAF-Funktion einzelne und gültige Geschwindigkeitsminima erzeugt wurden.

5) Multiblock look ahead

Als Erweiterung zur Bahnglättung wird in der "erweiterten" Beschleunigungskontrolle, der sog. Multiblock look ahead, zusätzlich, zur lokalen Betrachtung der Richtungsänderungen, näherungsweise der lokale Krümmungsradius der Kontur berechnet. Damit wird es möglich, eine Unterlaufung der look ahead durch extrem kurze Sätze mit im einzelnen geringer, in Summe aber großer Richtungsänderung (Kreis), zu vermeiden.



Bahnverlauf mit und ohne Multiblock look ahead. Bei aktivierter Multiblock look ahead wird die Bahngeschwindigkeit soweit reduziert, daß die benötigte Zeit für das Durchfahren eines Halbkreises mindestens 2 mal so groß ist wie die Hochlaufzeit der beteiligten Achsen.

84. F-Funktion

Zweck

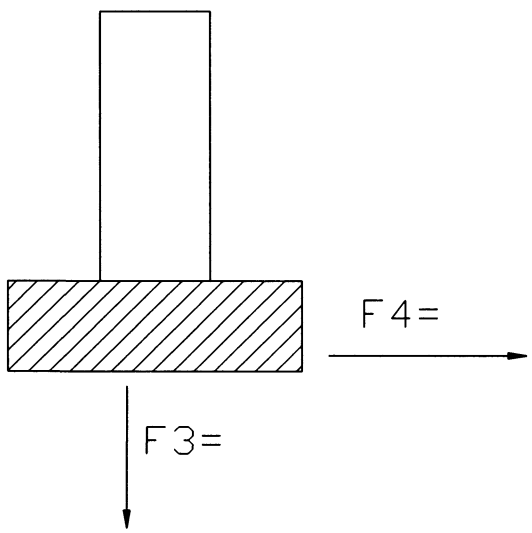
Vorschub einstellen in Millimeter pro Minute oder pro Umdrehung (mm/Min oder mm/U). Der in der Praxis verwendete Vorschub wird durch verschiedene Faktoren bedingt, wie z.B. Werkstoff, Bearbeitungsart und Werkzeug.

Format

Bis V320: N... {F..} {F1=..} {F2=..}
Ab **V320:** N... {F..} {F1=..} {F2=..} **{F3=..} {F4=..}**

Definitionen, Abkürzungen:

F:	Allgemein gültigen Vorschub für Achsbewegungen mit G1/2/3, nicht für G0.
F1=:	Selektierung konstanter Schnittvorschub bei Radiuskompensation von Kreisen.
F2=:	Rückzugsvorschub bei G85, Zustellvorschub bei G87-G89, G201 oder Meßvorschub bei G145.
F3=:	Vorschub für die (negative)Zustellbewegung (Eintauchen).
F4=:	Vorschub für die Ebenenbewegung
Zustellachse:	Achse, die zur Bearbeitungsebene (G17, G18, ...) senkrecht steht.
radiale Fräsrichtung:	Fräsen in der Bearbeitungsebene
axiale Fräsrichtung:	Fräsen in Richtung der Zustellachse (nur in Eintauchrichtung)



F4= Radiale Fräsrichtung
F3= Axiale Fräsrichtung

Zugehörige Funktionen

G1, G2, G3, G41/G42, G45, G61/G62, G70/G71, G81/G89, G94/G95, G145, G201

Art der Funktion

Modal	F, F1, F3, F4
Satzweise	F2

Hinweise und Verwendung

Auf technologischen Gründe muß der Vorschub angepaßt werden. Die wichtigsten Faktoren für die Anpaßung sind:

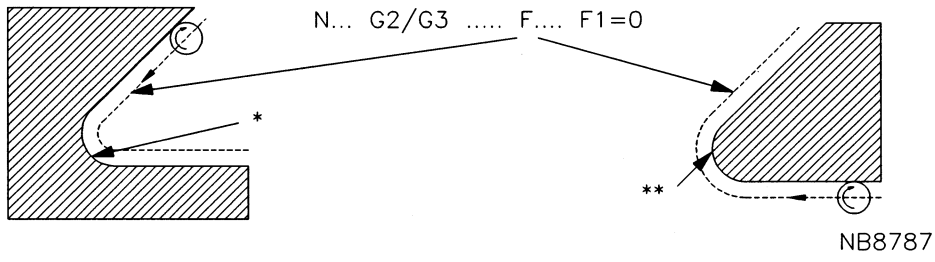
1) Richtung der Bewegung
2) Konstanter Schnittvorschub bei Radiuskompensation von Kreisen.
3) Vorschub innerhalb Zyklen

1) Richtung der Bewegung:
Beim Fräsen ist es aus technologischen Gründen erforderlich, den Vorschub sorgfältig auf den Fräsprozeß anzupassen. So herrschen beim Fräsen in radialer Fräsrichtung andere technologische Bedingungen als beim Fräsen in axialer Fräsrichtung.

Die Vorschübe F, F3= und F4= sind modal und können programmiert werden:
(0 ... 99999 [mm/min] für metrisch)
(0 ... 9999.9 [inch/min] für inch)
F3=: Setzt der Zustellvorschub
F4=: Setzt der Ebenenvorschub
F: Setzt Zustell- und Ebenenvorschub.
Wenn F, F3= und F4= in ein Satz programmiert werden, haben F3= und F4= höhere Priorität als F.

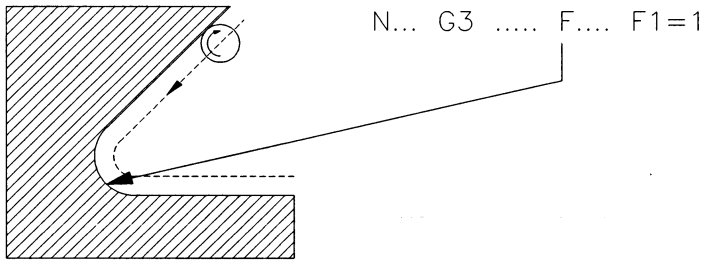
2) Konstanter Schnittvorschub bei Radiuskompensation von Kreisen
Der Parameter F1= dient dazu, den programmierten Vorschub auf der Werkstückkontur konstant zu halten, ungeachtet des Fräserradiusses und der Konturform. Diese gesteuerte Geschwindigkeit wird als KONSTANTER SCHNITTVORSCHUB bezeichnet.

F1=0 kein konstanter Schnittvorschub (Einschaltzustand, M30, Softkey Programm abbrechen oder nach Softkey CNC rücksetzen). Der programmierte Vorschub sollte die Geschwindigkeit der Werkzeugspitze darstellen.



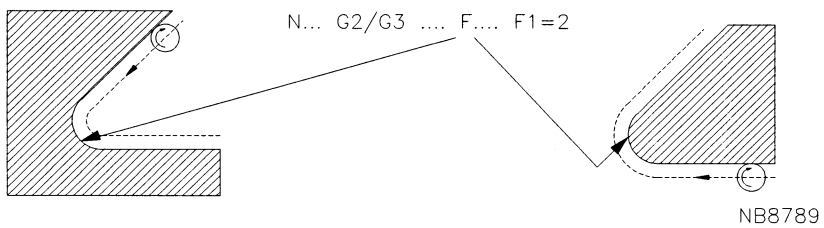
* Schnittvorschub zu gross
** Schnittvorschub zu klein

F1=1 konstanter Schnittvorschub nur auf der Innenseite von Kreisbögen. Der programmierte Vorschub wird herabgesetzt, um sicherzustellen, daß die Werkzeugspitze mit der herabgesetzten Geschwindigkeit auf der Innenseite eines Kreisbogens verfährt.



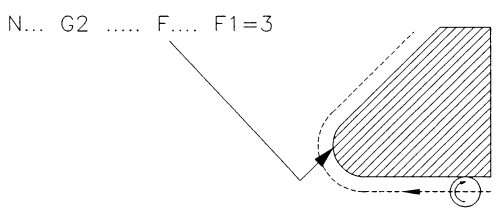
NB8788

F1=2 konstanter Schnittvorschub auf der Innen- und Außenseite von Kreisbogen. Der programmierte Vorschub wird herabgesetzt (Innenkreisbogen) bzw. heraufgesetzt (Aussenkreisbogen), um sicherzustellen, daß die Werkzeugspitze mit der neuberechneten Geschwindigkeit verfährt. Wenn die heraufgesetzte Geschwindigkeit größer ist als der über eine Maschinenkonstante definierte Maximalvorschub, so wird der Maximalvorschub verwendet.



NB8789

F1=3 konstanter Schnittvorschub nur auf der Außenseite von Kreisbögen. Der programmierte Vorschub wird heraufgesetzt, um sicherzustellen, daß die Werkzeugspitze mit der heraufgesetzten Geschwindigkeit auf der Außenseite eines Kreisbogens verfährt. Wenn die heraufgesetzte Geschwindigkeit größer ist als der über eine Maschinenkonstante definierte Maximalvorschub, so wird der Maximalvorschub verwendet.



NB8790

- Zustellvorschub:wirkt nur in den Sätzen, in denen ausschließlich Zustellbewegungen stattfinden.
- Ebenenvorschub:wirkt bei allen anderen Bewegungen, wo keine reine Zustellbewegung stattfindet.

Initialisierung: F3=0, F4=0 und F = 0
Nach M30, Softkey Programm abbrechen oder Softkey CNC rücksetzen werden F, F3= und F4= Null gemacht.

3) Vorschub in Zyklen

In den Zyklen G81, G83, G85 und G86 ist die Bewegung in "axiale" Richtung kein Zustellbewegung, sondern eine Vorschubebenenbewegung und wird deswegen mit F/F4= programmiert und nicht mit dem Zustellvorschub F3=.

In den Zyklen G87, G88 und G89 kann die Zustellbewegung satzweise mit F2= programmiert werden, bei modal aktivem Zustellvorschub F3=.

In Easy Operate Zyklen wird F3= als Zustellvorschub verwendet.

MAXIMALE VORSCHUB

Der maximale Vorschub ist maschinenabhängig.
Den Maschinenunterlagen (MC740) ist zu entnehmen, mit welchen maximalen Vorschub die Werkzeugmaschine betrieben werden kann.

TECHNOLOGIETABELLEN

Einzelheiten über die Verwendung der Technologietabellen sind der Bedienungsanleitung (Steuerungshandbuch) zu entnehmen.

Beispiel

N10 F1000
N10 : Vorschub mit 1000 mm/min festlegen

85. Hilfsfunktion H

Zweck

Die Anwendung der H-Funktion ist dem Maschinenhersteller überlassen. Siehe dazu die Maschinenunterlagen.

Format

N... H...

Art der Funktion

Abhängig vom Maschinenanpaßteil

Hinweise und Verwendung

MAXIMALE ANZAHL DEZIMALSTELLEN

Die H-Funktion kann maximal vier Dezimalstellen aufweisen.

86. Programm Halt M0

Zweck

Unterbrechen der Programmabarbeitung.

Format

N... {programmierte Werkzeugbewegung} M0

Zugehörige Funktionen

M1

Art der Funktion

Nicht modal

Hinweise und Verwendung

AKTIVIEREN

Die Funktion M0 wird aktiviert, wenn die laufende, im gleichen Satz programmierte Werkzeugbewegung ausgeführt ist.

SPINDELDREHZAHL UND KÜHLMITTELZUFUHR

Je nach dem Maschinenanpaßteil werden auch die Spindeldrehung und Kühlmittelzufuhr unterdrückt bzw. ausgeschaltet.

Unterdrückt bedeutet, daß bei Fortsetzung der Programmabarbeitung die Spindel und die Kühlmittelzufuhr wieder eingeschaltet werden.

Ausgeschaltet bedeutet, daß die Spindel und die Kühlmittelzufuhr ausgeschaltet werden. Bei Fortsetzung der Programmabarbeitung müssen diese neu programmiert werden.

FORTSETZUNG DER PROGRAMMABARBEITUNG

Die Programmabarbeitung wird nach Drücken der Start-Taste fortgesetzt.

Beispiel

N200 G1 X100 Y100 F200 M0

N200 : Werkzeug auf die programmierte Position fahren und danach die Programmabarbeitung anhalten.

87. Wahlweiser Programm Halt M1

Zweck

Unterbrechen der Programmabarbeitung. Die Unterbrechung wird allerdings nur ausgeführt, wenn auch die Funktionstaste WAHLWEISER HALT bei der Betriebsart Maschinenlauf betätigt wurde.

Format

N... {programmierte Werkzeugbewegung} M1

Zugehörige Funktionen

M0

Art der Funktion

Nicht modal

Hinweise und Verwendung

AKTIVIEREN

Die Funktion M1 wird aktiviert, wenn die laufende, im gleichen Satz programmierte Werkzeugbewegung ausgeführt ist.

SPINDELDREHZAHL UND KÜHLMITTELZUFUHR

Je nach dem Maschinenanpaßteil werden auch die Spindeldrehung und Kühlmittelzufuhr unterdrückt bzw. ausgeschaltet.

Unterdrückt bedeutet, daß bei Fortsetzung der Programmabarbeitung die Spindel und die Kühlmittelzufuhr wieder eingeschaltet werden.

Ausgeschaltet bedeutet, daß die Spindel und die Kühlmittelzufuhr ausgeschaltet werden. Bei Fortsetzung der Programmabarbeitung müssen diese neu programmiert werden.

FORTSETZUNG DER PROGRAMMABARBEITUNG

Die Programmabarbeitung wird nach Drücken der Start-Taste fortgesetzt.

Bemerkung: Wenn M1 programmiert worden ist und der Halt-Befehl wird nicht ausgeführt, so werden die darauffolgenden G1-Sätze mit Genauhalt anstelle ohne Genauhalt abgearbeitet, wobei die G28-Funktion unbeachtet bleibt. Um dies zu vermeiden sollte im Satz unmittelbar nach dem M1-Satz eine Maschinenfunktion programmiert werden.

Beispiel

N200 G1 X100 Y100 F200 M1

N200 : Werkzeug auf die programmierte Position fahren und Programmabarbeitung anhalten,sofern die Funktionstaste WAHLWEISER HALT betätigt wurde.

88. Spindel EIN, Rechtslauf/Linkslauf M3/M4

Zweck

Einschalten der Spindel im Rechtslauf (CW) oder Linkslauf (CCW).

M3 Spindel-Rechtslauf
M4 Spindel-Linkslauf

Format

N... {programmierte Werkzeugbewegung} M3/M4

Zugehörige Funktionen

M5, M19
M41, M42, M43, M44

Art der Funktion

Modal

Hinweise und Verwendung

SPINDEL EINSCHALTEN
Die Spindel wird eingeschaltet, bevor die im gleichen Satz programmierte Werkzeugbewegung ausgeführt wird.

AUSSCHALTEN
Die Spindel bleibt eingeschaltet, bis sie durch:
- Programmieren der entgegengesetzten Drehrichtung,
- Spindel Halt (M5 bzw. M19),
- Programmende (M30) oder CNC rücksetzen

ausgeschaltet wird.

PROGRAMM HALT (M0/M1) ODER WERKZEUGWECHSEL (M6/M66)
Je nach dem Maschinenanpaßteil wird nach einem Programm-Halt-Befehl oder einem Werkzeugwechselbefehl die Spindeldrehung unterdrückt bzw. ausgeschaltet.

Unterdrückt bedeutet, daß die Spindel bei Fortsetzung der Programmabarbeitung wieder eingeschaltet wird.

Ausgeschaltet bedeutet, daß die Spindel ausgeschaltet wird. Bei Fortsetzung der Programmabarbeitung muß die Spindeldrehrichtung neu programmiert werden.

Beispiel

N20 G1 X100 Y100 S1000 M3

N20 : Vor Anfang der Werkzeugbewegung Spindel einschalten mit Drehung im Rechtslauf. Drehzahl 1000 U/min.

89. Spindel Halt M5

Zweck

Ausschalten der Spindel. Je nach dem Maschinenanpaßteil wird auch die Kühlmittelzufuhr ausgeschaltet.

Format

N... {programmierte Werkzeugbewegung} M5

Zugehörige Funktionen

M3, M4, M19
M41, M42, M43, M44

Art der Funktion

Modal

Hinweise und Verwendung

AKTIVIEREN

Der Spindelbefehl M5 wird aktiviert, wenn die laufende, im gleichen Satz programmierte Werkzeugbewegung ausgeführt ist.

Der Befehl bleibt anstehen, bis ein neuer Spindel-Ein-Befehl programmiert wird.

Beispiel

N35 G1 X50 Y50 F250 M5

N35 : Werkzeugbewegung ausführen und danach Spindel ausschalten.

90. Automatischer Werkzeugwechsel M6

Zweck

Unterbrechen der Programmausführung, Werkzeug auf eine Wechselposition zurückziehen und einen Werkzeugwechsel vornehmen, entweder automatisch mit Hilfe eines Werkzeugwechslers oder manuell.

Format

N... {T...} {T1=...} {T2=...} M6

Zugehörige Funktionen

M66, M67

Parameter

T Werkzeugnummer
T1= Ein-/Ausschalten der Schnittkraftüberwachung
T2= Verwendung der zusätzlichen Werkzeugkorrekturen

Art der Funktion

Nicht modal

Hinweise und Verwendung

AUSFÜHREN DES WERKZEUGWECHSELS

Der Werkzeugwechsel wird vorgenommen, bevor die im gleichen Satz programmierte Werkzeugbewegung ausgeführt wird.

Hinweis:

Im folgenden wird der am häufigsten verwendete Werkzeugwechselablauf beschrieben.

Den Maschinenunterlagen ist zu entnehmen:

- ob die Verfahrbewegung zur Werkzeugwechselposition vom Maschinenanpaßteil ausgeführt wird,
- welche Achsen betroffen sind,
- in welcher Reihenfolge die Achsen verfahren,
- ob die Spindel in einer definierten Endstellung hält,
- ob die Spindeldrehzahl und Kühlmittelzufuhr unterdrückt oder ausgeschaltet werden.

WERKZEUGMASCHINE MIT AUTOMATISCHEM WERKZEUGWECHSLER

Der M6-Befehl bewirkt den nachfolgenden Betriebsablauf:
- Das Werkzeug verfährt zuerst im Eilgang auf die Wechselposition
- Das alte Werkzeug wird durch eines neues ersetzt und die Werkzeugkorrekturwerte des neuen Werkzeugs werden aktiviert.

FORTSETZUNG DER PROGRAMMABARBEITUNG NACH EINEM AUTOMATISCHEN WERKZEUGWECHSEL

Die Programmabarbeitung wird automatisch mit der Bewegung im Satz mit dem Werkzeugwechselbefehl fortgesetzt.

WERKZEUGMASCHINE OHNE AUTOMATISCHEN WERKZEUGWECHSLER

Der M6-Befehl bewirkt den nachfolgenden Betriebsablauf:

- Das Werkzeug verfährt zuerst im Eilgang auf die Wechselposition
- Die Programmabarbeitung wird unterbrochen, so daß das Werkzeug von Hand gewechselt werden kann.

FORTSETZUNG DER PROGRAMMABARBEITUNG NACH EINEM MANUELLEN WERKZEUGWECHSEL

Nachdem das Werkzeug gewechselt wurde, wird durch Drücken der Start-Taste die Programmabarbeitung mit der Bewegung im Satz mit dem Werkzeugwechselbefehl fortgesetzt.

GESUCHTES WERKZEUG (T)

Wenn im M6-Satz kein T-Wort programmiert ist, so wird das zuletzt programmierte Werkzeug eingewechselt und dessen Maße aktiviert.

Dieser Fall tritt ein, wenn das Werkzeug während der Programmabarbeitung gesucht wird.

SPINDELDREHZAHL UND KÜHLMITTELZUFUHR

Je nach dem Maschinenanpaßteil werden auch die Spindeldrehung und Kühlmittelzufuhr unterdrückt bzw. ausgeschaltet.

Unterdrückt bedeutet, daß bei Fortsetzung der Programmabarbeitung die Spindel und die Kühlmittelzufuhr wieder eingeschaltet werden.

Ausgeschaltet bedeutet, daß die Spindel und die Kühlmittelzufuhr ausgeschaltet werden. Bei Fortsetzung der Programmabarbeitung müssen diese nach einem Werkzeugwechselbefehl neu programmiert werden.

WERKZEUGWECHSELPOSITION

Es empfiehlt sich, sämtliche an der Verfahrbewegung auf die Werkzeugwechselposition beteiligte Achsen im Satz mit dem Werkzeugwechselbefehl oder im nächsten Satz zu programmieren. Auf diese Weise werden "Manuelle Satzsuche" und "Neustart" nach einer Programmunterbrechung immer in der gleichen Weise ausgeführt.

INKREMENTALE PROGRAMMIERUNG NACH EINEM WERKZEUGWECHSEL

Bei der inkrementalen Programmierung beziehen sich die Inkremente auf die zuletzt programmierte Position. Eine Werkzeugwechselposition wird nicht als eine programmierte Position betrachtet.

Beispiel

N100 T12 M6

N100 : Unterbrechung der Programmausführung, damit ein neues Werkzeug eingewechselt werden kann. Die Korrekturwerte von Werkzeug Nr. 12 werden aktiviert.

91. Kühlmittel Nr. 2 / Nr. 1 einschalten M7/M8

Zweck

Kühlmittel einschalten
M7 : Kühlmittel Nr. 2 einschalten (innere Kühlmittelzufuhr)
M8 : Kühlmittel Nr. 1 einschalten

Format

N... {programmierte Werkzeugbewegung} M7/M8

Zugehörige Funktionen

M9, M13, M14

Art der Funktion

Modal

Hinweise und Verwendung

EINSCHALTEN

Die Kühlmittelzufuhr wird eingeschaltet, bevor die im gleichen Satz programmierte Werkzeugbewegung ausgeführt wird.

AUSSCHALTEN

Die Funktion bleibt wirksam, bis sie durch:
- Kühlmittel Aus (M9),
- Programmende (M30) oder CNC rücksetzen

aufgehoben wird.

SPINDEL HALT (M5)

Je nach dem Maschinenanpaßteil wird nach einem Spindel-Halt-Befehl auch die Kühlmittelzufuhr ausgeschaltet.

PROGRAMM HALT (M0/M1) ODER WERKZEUGWECHSEL (M6/M66)

Je nach dem Maschinenanpaßteil wird nach einem Programm-Halt-Befehl oder einem Werkzeugwechselbefehl auch die Kühlmittelzufuhr unterdrückt bzw. ausgeschaltet.

Unterdrückt bedeutet, daß bei Fortsetzung der Programmabarbeitung die Kühlmittelzufuhr wieder eingeschaltet wird.

Ausgeschaltet bedeutet, daß die Kühlmittelzufuhr nach einem Programm- Halt-Befehl oder einem Werkzeugwechselbefehl ausgeschaltet wird. Bei Fortsetzung der Programmabarbeitung muß diese neu programmiert werden.

Beispiel

N90 G1 X10 Y10 F200 M7

N90 : Einschalten von Kühlmittel Nr. 2 vor Anfang der programmierten Werkzeugbewegung.

92. Kühlmittel Nr. 1 einschalten M8

Zweck

Kühlmittel Nr. 1 einschalten (im allgemeinen äußere Kühlschmierstoff-Zufuhr).

Format

N... {programmierte Werkzeugbewegung} M8

Zugehörige Funktionen

-

Parameter

S 4 Spindeldrehzahl (U/min)

T 7.2 Werkzeugnummer

Hinweise und Verwendung

AKTIVIEREN - Die M8-Funktion wird eingeschaltet, bevor eine im gleichen Programmsatz programmierte Werkzeugbewegung ausgeführt wird.

LÖSCHEN - Die Funktion bleibt anstehen, bis sie gelöscht wird durch:

- die Funktion Kühlmittel AUS (M9)
- die Funktion Programmende (M30)

Art der Funktion

Modal

Beispiel

N95 G1 X15 Y15 F250 M8

Kühlmittel Nr. 1 einschalten, bevor die programmierte Werkzeugbewegung ausgeführt wird.

93. Kühlmittel ausschalten M9

Zweck

Gleichzeitiges Ausschalten der beiden Kühlmittel

Format

N... {programmierte Werkzeugbewegung} M9

Zugehörige Funktionen

M7, M8, M13, M14

Art der Funktion

Modal

Hinweise und Verwendung

AKTIVIEREN

Der M9-Befehl wird aktiviert, wenn die laufende, im gleichen Satz programmierte Werkzeugbewegung ausgeführt ist.
Der Befehl bleibt anstehen, bis ein neuer Kühlmittel-Ein-Befehl (M7/M8 oder M13/M1) programmiert wird.

Beispiel

N110 G1 X30 Y35 F150 M9

N110 : Kühlmittel ausschalten, nachdem die programmierte Werkzeugbewegung ausgeführt ist.

94. Kühlmittel Nr. 1 einschalten und Spindel im Rechtslauf/Linkslauf M13/M14

Zweck

Einschalten von Kühlmittel Nr. 1 zusammen mit
M13 Spindel im Rechtslauf oder
M14 Spindel im Linkslauf

Format

N... {programmierte Werkzeugbewegung} M13/M14

Zugehörige Funktionen

M3, M4, M5, M7, M8, M9
M41, M42, M43, M44

Art der Funktion

Modal

Hinweise und Verwendung

AKTIVIEREN

Die Spindel und die Kühlmittelzufuhr werden eingeschaltet bevor die im gleichen Satz programmierte Werkzeugbewegung ausgeführt wird.

AUSSCHALTEN DER SPINDEL

Die Spindel bleibt eingeschaltet, bis sie durch:
- Spindel Halt (M5 bzw. M19),
- Programmende (M30) oder CNC rücksetzen

ausgeschaltet wird.

AUSSCHALTEN DER KÜHLMITTELZUFUHR

Die Kühlmittelzufuhr bleibt eingeschaltet, bis sie durch
- Kühlmittel Aus (M9),
- Programmende (M30) oder CNC rücksetzen

ausgeschaltet wird.

SPINDEL HALT (M5)

Je nach dem Maschinenanpaßteil wird nach einem Spindel-Halt-Befehl auch die Kühlmittelzufuhr ausgeschaltet.

PROGRAMM HALT (M0/M1) ODER WERKZEUGWECHSEL (M6/M66)

Je nach dem Maschinenanpaßteil wird nach einem Programm-Halt-Befehl oder einem Werkzeugwechselbefehl die Spindel und die Kühlmittelzufuhr unterdrückt bzw. ausgeschaltet.

Unterdrückt bedeutet, daß bei Fortsetzung der Programmabarbeitung die Spindel und die Kühlmittelzufuhr wieder eingeschaltet werden.

Ausgeschaltet bedeutet, daß die Spindel und die Kühlmittelzufuhr nach einem Programm-Halt-Befehl oder einem Werkzeugwechselbefehl ausgeschaltet werden. Bei Fortsetzung der Programmabarbeitung müssen diese neu programmiert werden.

KÜHLMITTEL NR. 1 EINSCHALTEN UND SPINDEL IM RECHTSLAUF/LINKSLAUF M13/M14

Hinweis: Der Einsatz der Funktionen M13 und M14 fordert die Einstellung einer Maschinenkonstanten in der Steuerung. Auch muß das Maschinenanpaßteil in der Lage sein, diese Funktionen zu verarbeiten. Den Maschinenunterlagen ist zu entnehmen, ob die Funktionen programmiert werden können.

Beispiel

N120 G1 X50 Y50 F100 S500 M13

Einschalten von Kühlmittel Nr. 1 und Spindel im Rechtslauf (Drehzahl 500 U/min), bevor die programmierte Werkzeugbewegung ausgeführt wird.

95. Orientierten Spindel-Halt ausführen M19

Zweck

Anhalten der Spindel in einer festen Winkellage oder - bei Anwendung einer Analogspindel und eines Spindelgebers - in einer programmierten Winkellage.

Format

N... {D...} M19

Zugehörige Funktionen

M3, M4, M5, M13, M14

Parameter

D Spindelversatzwert

Art der Funktion

Modal

Hinweise und Verwendung

WINKELLAGE (D)

Die Winkellage wird von einer festen Position aus gemessen, die über eine Maschinenkonstante definiert ist.

DREHRICHTUNG

Die Bewegung der Spindel auf die Meßposition erfolgt immer in einer festen Richtung, die über eine Maschinenkonstante definiert ist.

VORZEICHEN DES D-WORTES

D+: der Winkel in der definierten Drehrichtung
D-: der Winkel (360° - D-Wert) in der definierten Richtung

Hinweis: Das D-Wort ist nur verfügbar, wenn eine bestimmte Maschinenkonstante gesetzt ist.

AKTIVIEREN

Der M19-Befehl wird aktiviert, wenn die laufende, im gleichen Satz programmierte Werkzeugbewegung ausgeführt ist.

Die Spindellage bleibt unverändert erhalten, bis ein Spindel-Ein-Befehl oder ein neuer M19-Befehl mit geänderter Lage programmiert wird.

Beispiel

N125 D30 M19
N125: Spindel hält um +30° von der festen Winkellage an.

96. Werkzeugmaße Messen M25

Zweck

Messen von Werkzeugmaßen mit einem Meßtaster mit Würfelmeßspitze.

Die Funktion G50 dient zum Ändern der abgespeicherten Werkzeugmaße, falls die erfaßten Maße nicht im spezifizierten Bereich der Grenzwerte liegen.

Format

N... G45 [I / J / K] X1=... M25

Zugehörige Funktionen

-

Parameter

I	+/-	2.3			Meßrichtung für X-Achse
J	+/-	2.3			Meßrichtung für Y-Achse
K	+/-	2.3			Meßrichtung für Z-Achse
L	+/-	2.3			Meßrichtung für B-Achse
X1=	+/-	6.3	¦	5.4	Vormeßstrecke (mm¦inch)

Hinweise und Verwendung

G45-Meßzyklus - Zum Messen der Werkzeuge kommt ein an einer festen Stelle angebrachter Meßtaster mit Würfelmeßspitze zum Einsatz.

Die Meßposition wird in den CNC-Speicher geladen.

MASCHINENKONSTANTENSPEICHER -
In diesem Speicher wird folgendes abgelegt:

- die Koordinaten der festen Lage des Meßtasters
- die Abmessungen der Würfelspitze des Meßtasters.

Art der funktion

nicht-modal

Beispiel

N90 G45 -I X1=5 M25
N90: Das Werkzeug in der negativen Richtung der X-Achse messen. Die Vormeßstrecke ist 5 mm.

97. Meßtaster kalibrieren M26

Zweck

Durch Antasten eines Kalibrierringes (Ringlehre, dessen Durchmesser exakt bekannt ist) wird der Meßtasterradius ermittelt.

Format

Verwendung der Aussenfläche der Ringlehre:

N... G46 [I+1,J+1 / J+1,K+1 / I+1,K+1] T... X1=... F... M26

Verwendung der Innenfläche der Ringlehre:

N... G46 [I-1,J-1 / J-1,K-1 / I-1,K-1] T... X1=... F... M26

I und J - Lehre liegt in der XY-Ebene; J und K - Lehre liegt in der YZ-Ebene; I und K - Lehre liegt in der XZ-Ebene

Zugehörige Funktionen

-

Parameter

I	+/-	1			Meßrichtung für X-Achse (J oder K muß auch angegeben werden)
J	+/-	1			Meßrichtung für Y-Achse (I oder K muß auch angegeben werden)
K	+/-	1			Meßrichtung für Z-Achse (I oder J muß auch angegeben werden)
F	+/-	4.3	¦	3.4	Vorschubgeschwindigkeit (mm/min¦inch/min)
T	7.2				Werkzeugnummer
X1=	+/-	6.3	¦	5.4	Vormeßstrecke (mm¦inch)

Hinweise und Verwendung

Meßzyklus - Der Ablauf des G46/M26-Meßzykluses ist ähnlich wie beim G46-Meßzyklus. Die Differenz zwischen dem gemessenen Mittelpunkt und dem im Maschinenkonstantenspeicher abgelegten Mittelpunkt wird errechnet und kann von der G50-Funktion zum Verschieben des Nullpunktes verwendet werden.

MASCHINENKONSTANTENSPEICHER -
(MC242 / MC292 usw.).

In diesem Speicher wird folgendes abgelegt:

- die Koordinaten der festen Lage der Ringlehre
- der Durchmesser der Ringlehre.

Wenn X1= nicht im M26-Satz programmiert ist, so wird ein festvorgegebener Wert (Maschinenkonstante) benutzt.

Art der Funktion

nicht-modal

Beispiel

N190 G46 I-1 K-1 T15 F50 M26:

Taster kalibrieren, indem er zur Aussenfläche der Ringlehre in der XZ-Ebene gefahren wird. Der Tasterradius wird im Werkzeugspeicherplatz T15 abgelegt. Für X1= wird ein festvorgegebener Wert (Maschinenkonstante) benutzt.

98. Ein-/Ausschalten des Meßtasters M27/M28

Zweck

Vor Anfang der bevorstehenden Meßarbeiten den Meßtaster (Infrarottaster oder festverdrahteter Taster) einschalten bzw. nach Abschluß der Meßarbeiten den Meßtaster ausschalten.

M27 : Meßtaster einschalten
M28 : Meßtaster ausschalten

Format

Meßtaster einschalten
N... M27

Meßtaster ausschalten
N... M28

Zugehörige Funktionen

G145

Art der Funktion

Modal

Hinweise und Verwendung

AKTIVIEREN
Der M27-Befehl wird aktiviert, bevor die im gleichen Satz programmierten Bewegungen ausgeführt sind, der M28-Befehl nachdem die Bewegungen ausgeführt sind.

AUSSCHALTEN
Der Meßtaster wird durch M28, M30 (Programmende) oder CNC rücksetzen ausgeschaltet.

99. Teileprogrammende M30

Zweck

Abschluß der Teileprogrammausführung mit Rücksprung zum Programmanfang.

Format

N... M30

Art der Funktion

Nicht modal

Hinweise und Verwendung

AKTIVIEREN

Der M30-Befehl wird aktiviert, wenn die laufende, im gleichen Satz programmierte Werkzeugbewegung ausgeführt ist.

SPINDELDREHUNG UND KÜHLMITTELZUFUHR

Ein Satz mit M30 bewirkt das Ausschalten der Spindel und der Kühlmittelzufuhr.

EINSCHALTSTELLUNG

Beim Ausführen von M30 wird die für eine bestimmte Gruppe von G-Funktionen geltende Einschaltstellung (falls vorgesehen) automatisch wirksam.

Weitere Funktionen mit einer Einschaltstellung werden ebenfalls zurückgesetzt.

Beispiel

```
N9001
N1 ...
:
N... M30
```

Erläuterung:

N9001	: Programm-Name
N1 bis N...	: Teileprogrammanweisungen
N...	: Programmende und Rücksprung zum Programmanfang

100. Auswahl Spindeldrehzahlbereich M41/M42/M43/M44

Zweck

Auswahl der Getriebestufe für die erforderliche Spindeldrehzahl. Im allgemeinen erfolgt die Auswahl automatisch durch die Steuerung. In ganz speziellen Fällen kann es notwendig werden, die Drehzahl zu verändern, ohne daß die Getriebestufe gewechselt werden soll. Es werden dann die Funktionen M41-M44 eingesetzt.

M41 : 1. Drehzahlbereich
M42 : 2. Drehzahlbereich
M43 : 3. Drehzahlbereich
M44 : 4. Drehzahlbereich

Format

N... S... M41/M42/M43/M44

Zugehörige Funktionen

M3, M4, M5, M13, M14, M19

Art der Funktion

Modal

Hinweise und Verwendung

DREHZAHLBEREICHS-AUSWAHL

Die Auswahl des Drehzahlbereiches kann folgendermaßen erfolgen:
- automatisch durch die CNC (die entsprechende M-Funktion wird automatisch von der CNC erzeugt)
- durch Programmieren der entsprechenden M-Funktion (hilfreich bei überlappenden Drehzahlbereichen)

GRENZWERTE DER DREHZAHLBEREICHE

Die Grenzwerte der Drehzahlbereiche sind im Maschinenkonstantenspeicher der CNC abgelegt.

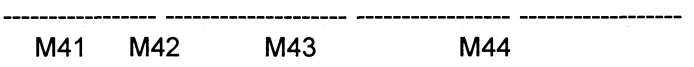
ART DER DREHZAHLBEREICHE

Die Drehzahlbereiche können entweder getrennt oder überlappend sein.
Wenn keine M-Funktion für die Bereichsauswahl programmiert ist und die Spindeldrehzahl kommt in zwei Bereichen vor, so wird automatisch der höchste Bereich ausgewählt.

Beispiel

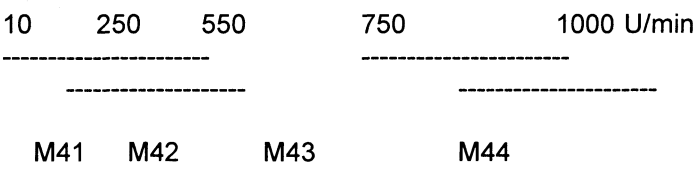
Beispiel nicht-überlappender Drehzahlbereiche:

M41: 10 - 250 U/min
M42: 250 - 550 U/min
M43; 550 - 750 U/min
M44: 750 -- 1000 U/min



Beispiel überlappender Drehzahlbereiche:

M41 : 10 - 250 U/min
M42 : 200 -- 550 U/min
M43 : 500 - 750 U/min
M44 : 700 - 1000 U/min



Programmierbeispiel

N10 S50 M41

N10 : Es wird unterstellt, daß die obigen Drehzahlbereiche gelten. Die erforderliche Spindeldrehzahl beträgt 50 U/min. M41 wird programmiert, damit Bereich 1 ausgewählt wird. Die automatische Bereichsauswahl wird nicht verwendet.

101. Manuellen Werkzeugwechsel ausführen M66

Zweck

Unterbrechen der Programmausführung ohne Rückzug des Werkzeugs auf eine Wechselposition, damit ein manueller Werkzeugwechsel vorgenommen werden kann.

Format

N... T... {T1=...} {T2=...} M66

Zugehörige Funktionen

M6, M67

Parameter

T = Werkzeugnummer
T1= Ein-/Ausschalten der Schnittkraftüberwachung
T2= Verwendung der zusätzlichen Werkzeugkorrekturen

Art der Funktion

Nicht modal

Hinweise und Verwendung

VERWENDUNG VON M66

Die M66-Funktion wird eingesetzt:
- bei Werkzeugen die sich nicht im Werkzeugmagazin befinden

WERKZEUGWECHSEL AUSFÜHREN

Der Werkzeugwechsel wird vorgenommen, bevor die im gleichen Satz programmierte Werkzeugbewegung ausgeführt wird.

WERKZEUGMASCHINE MIT AUTOMATISCHEM WERKZEUGWECHSLER

M66 wird verwendet für Werkzeuge, die sich nicht im Werkzeugmagazin befinden. Es erfolgt kein automatischer Rückzug auf die Werkzeugwechselposition und kein Werkzeugwechsel.

Es kann notwendig sein, daß ein Werkzeug zuerst aus der Spindel gewechselt (mit TO M6) und an seinen Platz im Magazin zurückgebracht werden muß.

Es kann ebenfalls notwendig sein, daß ein Rückzug auf eine Position programmiert werden muß, an der das Werkzeug eingewechselt werden kann.

WERKZEUGMASCHINE OHNE AUTOMATISCHEN WERKZEUGWECHSLER

M66 bewirkt die Unterbrechung der Programmabarbeitung ohne Rückzug des Werkzeugs auf die Wechselposition, so daß das Werkzeug von Hand gewechselt werden kann.

FORTSETZUNG DER PROGRAMMABARBEITUNG

Nach Abschluß des Werkzeugwechsels wird die Programmabarbeitung mit der Bewegung im Satz mit dem Werkzeugwechselbefehl fortgesetzt, indem die Start-Taste gedrückt wird.

SPINDELDREHZAHL UND KÜHLMITTELZUFUHR

Je nach dem Maschinenanpaßteil werden auch die Spindeldrehung und Kühlmittelzufuhr unterdrückt bzw. ausgeschaltet.

Unterdrückt bedeutet, daß bei Fortsetzung der Programmabarbeitung die Spindel und die Kühlmittelzufuhr wieder eingeschaltet werden.

Ausgeschaltet bedeutet, daß die Spindel und die Kühlmittelzufuhr ausgeschaltet werden. Bei Fortsetzung der Programmabarbeitung müssen diese nach dem Werkzeugwechselbefehl neu programmiert werden.

Beispiel

N200 T24 M66

N200: Unterbrechung der Programmabarbeitung und manueller Werkzeugwechsel. Die Maße von Werkzeug T24 werden aktiviert.

102. Werkzeugkorrekturwerte ändern M67

Zweck

Aktivieren der Werkzeugkorrekturwerte, ohne daß ein Werkzeugwechsel ausgeführt wird.

Format

N... T... {T2=...} M67

Zugehörige Funktionen

M6, M66

Parameter

T Werkzeugnummer
T2= Verwendung der zusätzlichen Werkzeugkorrekturen

Art der Funktion

Nicht modal

Hinweise und Verwendung

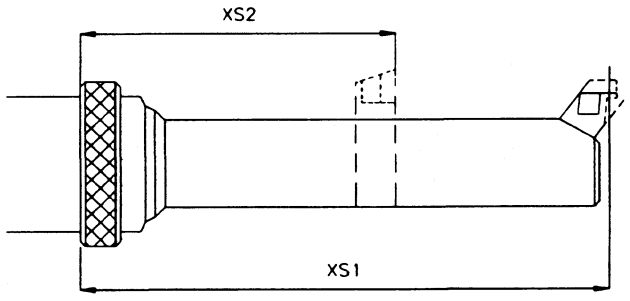
WERKZEUGE MIT MEHREREN SCHNEIDKANTEN

Wird ein Werkzeug mit mehreren Schneidkanten, z.B. eine Bohrstange, eingesetzt, so hat jede Schneidkante ihre eigene spezifische Länge und Radius, die als Korrekturen und zusätzliche Korrekturen für das gleiche Werkzeug im Werkzeugspeicher abgelegt sind.

AKTIVIEREN DER WERKZEUGMAßE

Die neuen Werkzeugmaße werden aktiviert, bevor die im gleichen Satz programmierte Werkzeugbewegung ausgeführt wird.

Beispiel



NC5670

Die als Werkzeug T12 gekennzeichnete Bohrstange im obigen Bild hat zwei Schneidkanten. Schneidkante 1 mit der Werkzeuglänge XS1 wird als L=XS1 im Werkzeugspeicher abgelegt, Schneidkante 2 mit der Werkzeuglänge XS2 als L1=XS2.

N100 T12 M6
N110 - N140
N150 T12 T2=1 M67

Erläuterung:

N100 : Die Bohrstange wird eingewechselt und die Korrekturwerte von T12 werden benutzt

N110 - N140: Die mit T12 definierte Schneidkante wird eingesetzt

N150 : Wechsel der Korrekturwerte von XS1 auf XS2. Die Bohrstange selbst wird nicht gewechselt.

103. S-Funktion

Zweck

Einstellen der Hauptspindeldrehzahl in Umdrehungen pro Minute (U/min). Die in der Praxis verwendete Drehzahl wird durch verschiedene Faktoren bedingt, wie z.B. Werkstoff, Bearbeitungsart und Werkzeug.

Format

N... S....

Zugehörige Funktionen

M3, M4, MS, M13, M14, M19
M41, M42, M43, M44

Art der Funktion

Modal

Hinweise und Verwendung

MAXIMALE DREHZAHL

Die maximale Drehzahl beträgt 50000 U/min und wird mit dem S-Wort programmiert.

Den Maschinenunterlagen ist zu entnehmen, mit welchen Spindeldrehzahlen die Werkzeugmaschine betrieben werden kann.

SPINDELDREHRICHTUNG

Für die Programmierung der Spindeldrehrichtung siehe die Beschreibung von M3/M4.

SPINDELDREHZAHLBEREICHE

Für die Auswahl eines Spindeldrehzahlbereiches siehe die Beschreibung von M41/M42/M43/M44.

TECHNOLOGIETABELLEN

Wird das Teileprogramm über die Steuerung eingegeben oder optimiert, so kann die Spindeldrehzahl den in der Steuerung abgespeicherten Technologietabellen entnommen werden.

Zur Auswahl aus diesen Tabellen ist die Eingabe von Werkstoff, Bearbeitungsart und Werkzeug ebenfalls notwendig.

Einzelheiten über die Verwendung der Technologietabellen sind der Bedienungsanleitung zu entnehmen.

Beispiel

N10 S1000

N10 : Spindeldrehzahl mit 1000 U/min festlegen

104. T-Funktion

Zweck

Eingabe der Werkzeugnummer in den CNC-Werkzeugspeicher. Angabe, daß das Werkzeug eingewechselt werden muß. Aktivieren der Werkzeugkorrekturdaten während der Programmabarbeitung. Auslösung der Suche nach einem anderen Werkzeug im Werkzeugmagazin.

Format

Automatischer Werkzeugwechsel
N... {T...} {T2=1/2) {T1=...} M6

Manueller Werkzeugwechsel

N... T... {T2=1/2} {T1=...} M66

Ändern der Korrekturdaten

N... T... {T2=1/2} M67

Werkzeugwechsel mit ausreichender Werkzeugstandzeit

N... T... T3=... M6/M66

Zugehörige Funktionen

M6, M66, M67

Parameter

T Werkzeugnummer
T1= Ein-/Ausschalten der Schnittkraftüberwachung
T2= Verwendung der zusätzlichen Werkzeugkorrekturen
T3= Suchen nach einem Werkzeug mit genügend Werkzeugstandzeit

Art der Funktion

Nicht modal

Hinweise und Verwendung

WERKZEUGSPEICHER

Die Steuerung besitzt einen separaten Speicher, in dem die Werkzeugdaten und weitere werkzeugbezogene Parameter abgelegt werden. Siehe den Anhang "Werkzeugspeicher" für eine Beschreibung dieses Speichers.

MAXIMALE ANZAHL DER WERKZEUGE

Der Werkzeugspeicher kann bis zu 255 Sätze von Werkzeugdaten aufnehmen. Die tatsächlich gespeicherte Anzahl wird mittels einer Maschinenkonstanten festgelegt.

WERKZEUGNUMMER (T)

Die Werkzeugnummer im Werkzeugspeicher dient zur Kennzeichnung des Werkzeugs. Sie wird mit der Adresse T und einer 10-stelligen Zahl mit Dezimalpunkt eingegeben. Die 8 Stellen vor dem Dezimalpunkt sind für die Werkzeugkennummer vorgesehen. Diese Zahl

wird auch im Teileprogramm verwendet und mit dem T-Wort programmiert.
Die 2 Stellen nach dem Dezimalpunkt sind zur Kennzeichnung des zugehörigen Ersatzwerkzeugs vorgesehen. Diese Zahl kann ggf. auch im Teileprogramm verwendet werden.

ZUSÄTZLICHE WERKZEUGKORREKTUREN (T2=)

Einem Werkzeug können zusätzliche Korrekturwerte zugeordnet werden. Somit kann die Werkzeuglänge, der Werkzeugradius und der Werkzeugeckenradius mit L, L1=, L2=, R, R1=, R2= bzw. C, C1= C2= angegeben werden.

Mit dem Wort T2= im Teileprogramm wird angegeben, welche Korrekturwerte beim Einwechseln des Werkzeugs benutzt werden.

T2= nicht programmiert: es werden die mit L, R und C angegebenen Korrekturwerte benutzt.
T2=1: es werden die mit L1=, R1= und C1= angegebenen Korrekturwerte benutzt.
T2=2: es werden die mit L2=, R2= und C2= angegebenen Korrekturwerte benutzt.

Beispiel:
Ein Programmsatz mit den Wörtern T1234 T2=2 M6 bewirkt das Einwechseln von Werkzeug Nr. 1234, wobei die zweiten Korrekturwerte aktiviert werden.

WERKZEUGWECHSEL MIT GENÜGEND WERKZEUGSTANDZEIT (T3=)

Mit dem Wort T3= im Teileprogramm wird angegeben, welches Werkzeug mit genügend Rest-Werkzeugstandzeit beim Einwechseln des Werkzeugs benutzt wird.
Ein Werkzeug kann mehrere Schwesterwerkzeuge mit unterschiedlichen Rest-Werkzeugstandzeiten haben. (Siehe: WERKZEUGSTANDZEIT-ÜBERWACHUNG im Anhang "WERKZEUGSPEICHER"). Mit der Programmierung von T3= in einem Suchsatz oder bei dem Werkzeugwechsel wird ein Werkzeug gesucht, daß mindestens genügend Restzeit übrig hat.

Wenn kein Werkzeug mit genügend Rest-Standzeit gefunden wird, kommt Fehler P117.

Beispiel:
Ein Programmsatz mit den Wörtern T1234 T3=1.1 M6 bewirkt das Einwechseln von Werkzeug Nr. 1234.??, wobei die Rest-Standzeit mindestens 1.1 Minuten sein muß.

Bemerkung: Wenn die Standzeit eines Ersatzwerkzeuges während der Bearbeitung abläuft, so wird der Programmlauf mit der Fehlermeldung P118 unterbrochen. Indem die Fehlermeldung gelöscht und die Start-Taste gedrückt wird, wird der Programmlauf wiederaufgenommen. Diese Fehlermeldung wird nur ausgelöst wenn innerhalb der Operationsfolge Werkzeugauswahl, Werkzeugstandzeitablauf, Ersatzwerkzeugauswahl, Ersatzwerkzeugstandzeitablauf keine weiteren Werkzeuge gewechselt werden. Um diesen Fehlerzustand zu vermeiden kann der Programmierer vor dem Satz mit dem Werkzeugwechsel einen leeren Satz programmieren oder er kann die beschriebene Lage umgehen.

Bemerkung: Wenn im Werkzeugspeicher Ersatzwerkzeuge außerhalb des Werkzeugmagazinbereichs abgelegt sind (Platz > MC28), so kann bei der Auswahl eines Ersatzwerkzeuges während des Programmlaufs die Fehlermeldung P117 ausgelöst werden. Um dies zu vermeiden sollten die Ersatzwerkzeuge innerhalb des Werkzeugmagazinbereichs im Werkzeugspeicher abgelegt werden, wenigstens jene Ersatzwerkzeuge, die während des Programmlaufs eingesetzt werden können. Sind für ein Werkzeug mehrere Ersatzwerkzeuge im Werkzeugspeicher vorgesehen, so sollten die Werkzeuge mit der niedrigsten Ersatzzuweisung im

Werkzeugmagazinbereich abgelegt werden.

WERKZEUGWECHSELBEFEHLE (M6, M66, M67)

Ein Werkzeugwechsel wird mit M6 (automatischer Werkzeugwechsel) oder mit M66 (manueller Werkzeugwechsel) ausgelöst, ein Werkzeugkorrekturwechsel mit M67. Für Einzelheiten siehe die Beschreibung dieser M-Funktionen.

WECHSELN DES WERKZEUGS AUS DER SPINDEL

Mit TO M6 wird das Werkzeug aus der Spindel gewechselt und an den ursprünglichen Platz im Magazin zurückgebracht.

Wechseln des Werkzeugs aus der Spindel ist notwendig:
- vor einem manuellen Werkzeugwechsel,
- bei übergroßen Werkzeugen.

WERKZEUGSUCHLAUF

Während des Programmablaufs kann das nächste Werkzeug bereits im Magazin gesucht werden, damit es beim nächsten Werkzeugwechsel sofort eingewechselt werden kann.

Wird das T-Wort ohne Werkzeugwechselbefehl programmiert, erfolgt automatisch ein Suchlauf nach dem nächsten Werkzeug, sofern das Maschinenanpaßteil dies zuläßt.

ERSATZWERKZEUGE

Ein Ersatzwerkzeug wird eingesetzt, wenn die Standzeit des Bearbeitungswerkzeugs abgelaufen ist oder, wenn die niedrigste Leistungsgrenze der Schnittkraftüberwachung überschritten wird.

Das Ersatzwerkzeug wird durch die 2-stellige Zahl am Ende der Werkzeugnummer (nach dem Dezimalpunkt) gekennzeichnet.

ERSATZWERKZEUG-AUSWAHL

Beim Ausführen eines Programmsatzes mit T1 M6 erfolgt im Werkzeugspeicher eine Suche nach dem Ersatzwerkzeug T1.xx.

Es wird das Ersatzwerkzeug mit der niedrigsten Nummer ausgewählt, sofern es nicht gesperrt ist. Anderenfalls wird das Ersatzwerkzeug mit der nächsthöheren Nummer verwendet.

Beispiel:
Die Programmierung von T1.05 bewirkt den Einsatz von Ersatzwerkzeug 05 von Werkzeug 1.

WERKZEUGSTANDZEIT-ÜBERWACHUNG

Jedem Werkzeug wird eine bestimmte Standzeit zugeordnet. Immer, wenn das Werkzeug eingesetzt wird, wird die Standzeit um die Schnittzeit herabgesetzt. Nach Ablauf der Standzeit wird eine Warnmeldung ausgegeben, so daß das Werkzeug ersetzt werden kann.

Siehe den Anhang "Werkzeugspeicher" für eine Beschreibung der Werkzeugstandzeitüberwachung und den Vorgang beim Überschreiten der Standzeit.

Bemerkung: Bei Verfahrbewegungen deren Dauer weniger als 0,1 Minute beträgt, wird die Werkzeugstandzeit nicht dekrementiert. Je nach der Häufigkeit dieser kurzen Verfahrbewegungen im Programm kann der Bediener die Werkzeugstandzeit auf einen angemessenen Wert ändern oder den Werkzeugverschleiß überwachen. Für CAD-erzeugte Programme, die eine Vielzahl kurzer Bewegungssätze aufweisen können, sollte ein Ersatzwerkzeug programmiert werden.

WERKZEUGBRUCH-ÜBERWACHUNG

Die Werkzeuglänge wird mit Hilfe einer an der Werkzeugmaschine angebrachten externen Vorrichtung gemessen, und zwar beim Einwechseln des Werkzeugs in die Spindel und nochmals wenn das Werkzeug an seinen Platz im Magazin zurückgebracht wird. Wenn die Differenz zwischen den beiden Messungen größer ist als ein bestimmter Toleranzwert, so erfolgt eine Fehlermeldung und das Werkzeug wird gesperrt.

Siehe den Anhang "Werkzeugspeicher" für eine Beschreibung der Werkzeugbruchüberwachung und den Vorgang beim Überschreiten des Toleranzwertes.

WERKZEUGSCHNITTKRAFT-ÜBERWACHUNG

Die auf ein bestimmtes Werkzeug ausgeübte Schnittkraft kann mit Hilfe einer an der Werkzeugmaschine angebrachten externen Vorrichtung überwacht werden, indem die Antriebsleistung der Spindel dauernd gemessen wird. Wird eine Überlastung festgestellt, erfolgen geeignete Maßnahmen um Schaden am Werkstück oder Werkzeug vorzubeugen.

EINSCHALTEN DER SCHNITTKRAFTÜBERWACHUNG (T1=)

Die Schnittkraftüberwachung wird mit dem Wort T1= in Verbindung mit einem Zahlenwert zwischen 1 und 99 eingeschaltet. Der Zahlenwert gibt die zu verwendende Gruppe von Leistungsgrenzen an. T1= wird im Satz mit einer der Werkzeugwechselfunktionen (M6 oder M66) programmiert.

AUSSCHALTEN DES SCHNITTKRAFTÜBERWACHUNG

Die Schnittkraftüberwachung wird mit dem Wort T1=0 ausgeschaltet, oder wenn das Wort T1= nicht programmiert wird.

Hinweise:

1. *Die Schnittkraftüberwachung wird normalerweise nur bei schweren Schnitten eingesetzt, in der Regel bei Werkzeugen mit d > 10 mm.*

2. *Siehe den Anhang "Werkzeugspeicher" für eine Beschreibung der Leistungsgrenzen der Schnittkraftüberwachung und den Vorgang beim Überschreiten der Leistungsgrenzen.*

105. E-Parameter

Zweck

Die E-Parameter erlauben eine flexiblere Nutzung der Programme. Mit einem einzigen Programm lassen sich durch Abändern der im Parameterspeicher der CNC enthaltenen Parameterdaten unterschiedliche Werkstücke herstellen.

Mit Hilfe von Makros und E-Parametern läßt sich ein Problem ganz allgemein lösen, z.B. das Messen einer Bohrung in drei oder vier Punkten. Bei der Ausführung erhalten die Parameter ihren aktuellen Wert und das Makro wird an die besonderen Programmanforderungen angepaßt, z.B. das Messen einer Bohrung in drei Punkten.

Format

Parameterdefinition

N... E..=[Wert oder arithmetischer Ausdruck]

Parameterzuweisung

N... [Adresse]=(+/-) E...

Parameterzuweisung und Berechnung

N... [Adresse] =[arithmetischer Ausdruck]

Zugehörige Funktionen

G14, G22, G29

Art der Funktion

Modal

Hinweise und Verwendung

AUFHEBEN

Parameterwerte wirken modal, es sei denn sie werden durch Umrechnung, Eingabe über das Bedienfeld, Eingabe von einem Datenträger aus oder Zuordnung neuer Werte im Teileprogramm geändert. Parameterwerte werden nicht durch Softkey Programm abbrechen, M30 oder Softkey CNC rücksetzen gelöscht.

PARAMETERZAHL

Es können maximal 400 Parameter abgespeichert werden. Diese Zahl läßt sich über eine Maschinenkonstante herabsetzen.

ADRESSE

Jede vorhandene Adresse, ausgenommen die Adresse N.

PARAMETERNUMMER (E)

Diese Nummer gibt an, an welche Stelle im Parameterspeicher der Steuerung der Zahlenwert abgelegt wird.

VERWENDUNG EINES PARAMETERS IN MEHREREN PROGRAMMEN

Ein Parameter kann in verschiedenen Programmen eingesetzt werden. Wird in einem neuen Programm ein Parameter verwendet, dem bereits in einem vorherigen Programm

ein Wert zugeordnet wurde, so muß der Parameter neu belegt werden, anderenfalls wird der alte Wert wieder verwendet.

Wird ein Parameter programmiert für den kein Wert im Parameterspeicher enthalten ist, so erfolgt eine Fehlermeldung.

STANDARD PARAMETERTYPEN

Parameter lassen sich in jedem CNC Pilot-System einsetzen. Ist die Option ERWEITERTE RECHENOPERATIONEN nicht vorgesehen, so kommen folgende Parametertypen in Betracht:
-Ganzzahl (kein Dezimalkomma) : E1=20
-Festkommazahl : E1=200.105

EINGABEGENAUIGKEIT BEI STANDARDTYPEN

Die Eingabegenauigkeit der Standard-Parametertypen ist folgende:
-Ganzzahl: eine 15 stellige Zahl
-Festkommazahl: minimal 6 Nachkommastellen
maximal 15 Nachkommastellen

ANZEIGE DER PARAMETERWERTE

Die im Parameterspeicher abgelegten Parameterwerte lassen sich auf dem CNC-Bildschirm auflisten.

Es sind gerundete Werte, die aus wenigen Dezimalstellen bestehen. Sie werden entweder als Festkommazahl dargestellt oder nach der sogenannten wissenschaftlichen Schreibweise, d.h. mit einem Exponenten.

Die Tatsache, daß die Genauigkeit der gespeicherten Parameterwerte gleich oder größer ist als die der angezeigten Werte, kann zu Unterschiede führen.

Beispiel: gespeicherter Wert 99.99999999
angezeigter Wert 100

STANDARD-RECHENOPERATIONEN

Das CNC-System erlaubt die Durchführung folgender Rechenoperationen: Addition (+), Subtraktion (-). Multiplikation (*) und Division (:).

E1=E2 :E1-Wert dem E2-Wert gleichsetzen
E1=E2+E3 :E3-Wert zum E2-Wert addieren und das Ergebnis in E1 ablegen
E1=E2-E3 :E3-Wert vom E2-Wert subtrahieren und das Ergebnis in E1 ablegen
E1=E2*E3 :E2-Wert mit dem E3-Wert multiplizieren und das Ergebnis in E1 ablegen
E1=E2:E3 :E2-Wert durch den E3-Wert dividieren und das Ergebnis in E1 ablegen

EINSCHRÄNKUNGEN

1. Ein Zwischenraum zwischen den Zeichen eines arithmetischen Ausdrucks ist nicht erlaubt. Beispiel: E1 =E2 ist nicht erlaubt. E1 =E2 ist richtig.

2. Arithmetische Operatoren müssen zwischen arithmetischen Werten stehen. Beispiel: E1 =E2 E3 ist nicht erlaubt.

3. Aufeinanderfolgende arithmetische Operatoren sind nicht erlaubt. Beispiel: E1=E2*:E3. Ausnahme: E1=E2*E3. Ein Ausdruck darf nur eine Rechenoperation enthalten.

ERWEITERTE RECHENOPERATIONEN (SOFTWARE-OPTION)

Format

Rechenoperationen

Potenzierung	E1 =E2^E3
Quadratwurzel	E1 =sqrt(E2)
Absolutwert	E1 =abs(E2)
Ganzzahlumsetzung	E1 =int(E2)
Pi-Wert(=3.141 592..)	pi

Trigonometrische und inverse trigonometrische Funktionen

Sinus	E1 =sin(E2)
Cosinus	E1 =cos(E2)
Tangens	E1 =tan(E2)
Arcussinus	E1 =asin(E2)
Arcuscosinus	E1 =acos(E2)
Arcustangens	E1 =atan(E2)

Vergleichsausdrücke

gleich	=	E1=E2=E3
ungleich	<>	E1=E2<>E3 wahr E1=1
größer	>	E1=E2>E3
größer oder gleich	>=	E1=E2>=E3 falsch E1=0
kleiner	<	E1 =E2<E3
kleiner oder gleich	<=	E1 =E2<=E3

Klammern (...(...(...(.....)...)...)...) : maximal 4-fach tief

Hinweise:

1. Ist der Vergleichsausdruck wahr, so ist E1 =1. Ist der Ausdruck unwahr, so ist E1 =O. Dieser Parameter kann bei der G29-Funktion (bedingter Sprung) verwendet werden.
2. Auf einem Datenträger sollten die erwähnten Funktionen in Kleinbuchstaben geschrieben werden.
3. In der Formatbeschreibung stellen die Parameter E2 und E3 beliebige Parameter oder Ausdrücke dar.
4. Funktionen und arithmetische Ausdrücke können auch ohne Parameter verwendet werden, z.B. X=(10+12*sin (23)).
5. Der E-Parameter mit dem Rechenergebnis oder der mathematischen Funktion hat zwar die erforderliche Genauigkeit, kann aber auf verschiedene Weise gespeichert werden.

E1 =99.9999999 und E1=100.0000001, zum Beispiel, haben die gleiche Genauigkeit, sind aber von der Zahlenwert her verschieden.

Probleme könnte es geben, wenn die Funktion "int" oder ein Vergleichsausdruck verwendet wird, bei dem sämtliche Ziffern verglichen werden.

SATZLÄNGE

Die Länge eines Ausdrucks liegt bei maximal 40 Zeichen. Ein Programmsatz kann maximal 255 Zeichen enthalten. Die Zahl der Ausdrücke in einem Programmsatz ist demzufolge begrenzt.

UMSETZEN DER ERRECHNETEN ZAHLENWERTE IN PROGRAMMWÖRTER

Die Parameterwerte (bzw. die errechneten Zahlenwerte) werden automatisch von der CNC gerundet und in die zum Programmwort passende feste Anzahl Dezimalstellen umgesetzt.

Beim Programmieren von zum Beispiel E1=101.74e-3 und X=E1 wird die Zahl gerundet, so daß sich X0.102 ergibt. Der Zahlenwert wird auf drei Nachkommastellen reduziert.

ERWEITERTE PARAMETERFORMATE

Ein Parameterwert kann in den folgenden Formaten eingegeben werden: Ganzzahl, Festkommazahl oder Gleitkommazahl.

1. Ganzzahl (kein Dezimalkomma) : E1=20
2. Festkommazahl : E1=200.105
3. Gleitkommazahl : E1=1.965e5

Eine Gleitkommazahl besteht aus einer Festkommazahl (Mantisse), die mit einer Hochzahl multipliziert wird, 1.965e5 z.B. bedeutet 1.965(10^5), was 196 500 gleich kommt.

EINGABEGENAUIGKEIT BEI ERWEITERTEM FORMAT

Die Eingabegenauigkeit der Parametertypen ist folgende:

-Ganzzahl : eine 15 stellige Zahl
-Festkommazahl: minimal 6 Nachkommastellen maximal 15 Nachkommastellen
-Gleitkommazahl: Die Mantisse ist als eine Festkommazahl programmiert; die Hochzahl ist eine Ganzzahl zwischen -99 und +99

POTENZIERUNG

E1=E2^2 oder E1=E2^E3 (bei E3=2)

Die beiden Operationen bewirken, daß der E1-Parameter dem Quadrat des E2-Wertes gleichgesetzt wird.

Potenzierungen werden in einer festen Reihenfolge durchgeführt. Zuerst wird die Potenzierung vorgenommen, danach wird das Vorzeichen berücksichtigt. In der Gleichung E1=-3^2, zum Beispiel, wird zunächst die Potenzierung (3^2) vorgenommen und danach wird das Vorzeichen berücksichtigt, was zu einer negativen Zahl führt (-9).

Soll eine negative Zahl zu einer Potenz erhoben werden, so muß sie in Klammern gesetzt werden, z.B. E1=(-3)^E3. Eine andere Methode besteht darin, daß die negative Zahl einem Parameter zugeordnet wird und daß danach der Parameterwert zur Potenz erhoben wird, etwa E2=-3 und danach E1=E2^2.

Nicht zulässige Potenzierungen sind:
1.0^0
2. E2^E3, wenn E2<0 und E3 einen reellen Wert haben

REZIPROKWERTE

Der Reziprokwert von E2 errechnet sich mit E1=1:E2 oder E1=E2^-1

QUADRIEREN

Das Quadrat von E2 errechnet sich mit E1=E2*E2 oder E1=E2^2

QUADRATWURZEL

Die Quadratwurzel von E2 errechnet sich mit
E1=sqrt(E2) oder E1=E2^.5
E1=sqrt(...): ein arithmetischer Ausdruck zwischen Klammern ist zulässig, z.B. E1=sqrt(E2^2+E3^4).

Zum Ziehen der Quadratwurzel (sqrt) muß der Parameter positiv oder Null sein.

ABSOLUTWERTE

Bei Anwendung der Absolut-Funktion wird ein negativer Wert in einen positiven Wert umgesetzt. Positive Werte bleiben unverändert.

E1=abs(E2)

GANZZAHLEN

Bei Verwendung der Integer-Funktion wird der Zahlenwert abgerundet, d.h. sämtliche Nachkommastellen werden ignoriert. Beispiel: Wenn E2=1.9761e1 und E1 =int(E2), so wird der Wert von E1 auf 19 gerundet.

Hinweise:

1. *Der E-Parameter wird mit der höchsten Genauigkeit gespeichert. Dennoch kann sein Wert auf verschiedene Weise eingegeben werden.*

   Beispiel:

   E1=99.9999999 E3=100.0000001

   E2=int(E1) ergibt E2=99, E2=(int)E3 ergibt E2= 100

   Die Parameter E1 und E3 sind mit der gleichen Genauigkeit gespeichert. In beiden Fällen wird am Bildschirm der Wert 100 angezeigt. Das Ergebnis der Funktion "int" ist jedoch verschieden.
2. *Es empfiehlt sich, dem Parameter, dessen Ganzzahl ermittelt werden soll, einen Kleinen Wert, z.B. die geforderte Genauigkeit der Berechnungen, beizugeben.*

   Beispiel:

   Falls E1 =99.9999999 oder E1 =1 00. 000000 1, so ergibt der Ausdruck E2=int(E1 +. 000000 1) den Wert E2=100, unabhängig vom Wert von E1.

KONSTANTE PI

Der Wert der Konstanten Pi wird mit einer Genauigkeit von 15 Stellen in die Steuerung abgespeichert. Pi kann an jeder Stelle an der ein Wert oder E-Parameter gestattet ist, eingesetzt werden, z.B. beim Umsetzen von Winkeln von Radianten in Dezimalgrad oder umgekehrt.

WINKEL IN DEZIMALGRAD

Ein Winkel wird standardmäßig in Grad und Bruchteilen von Grad programmiert. Der Wert kann direkt in die trigonometrischen Funktionen, arithmetischen Ausdrücke oder Vergleichsausdrücke eingegeben werden.

Beispiel: E1=sin(44.209303)

WINKEL IN RADIANTEN

Manchmal lohnt es sich, bei Berechnungen mit Winkeln die Winkel in Radianten auszudrücken.

360" sind gleich 2*pi Radianten.

Folglich ist ein Winkel von 44.209303" gleich 0.7715979 Radianten.

Wenn bei den trigonometrischen Funktionen der Winkel in Radianten ausgedrückt ist, so muß am Ende des Zahlenwertes das Wort rad hinzugefügt werden.
Beispiel: E1=sin(.7715979rad)

WINKELUMSETZUNG

Umsetzung von Grad, Minuten, Sekunden in Dezimalgrad

Ein Winkel von 44" 12' 33.5" wird folgendermaßen in ein dezimales Äquivalent umgesetzt:

N... E1=44+12:60+33.5:3600

Diese Umsetzung ergibt einen Winkel von E1=44.209303 Dezimalgrad.

Umsetzung von Dezimalgrad in Radianten

Ein Winkel von 44.209303" wird folgendermaßen in Radianten umgesetzt:

N... E1=((44.209303:360)*2*pi)

Diese Umsetzung ergibt einen Winkel von E1=.7715979 Radianten.

Umsetzung von Radianten in Dezimalgrad

Ein Winkel von 0.771579 Radianten wird folgendermaßen in Dezimalgrad umgesetzt:

N... E1=(0.771579*360):(2*pi).

Diese Umsetzung ergibt einen Winkel von 44.209303 Dezimalgrad.

TRIGONOMETRISCHE FUNKTIONEN

Nachfolgende trigonometrische Funktionen sind verfügbar:

sinus (sin), cosinus (cos), tangens (tan),
Sie werden wie folgt geschrieben:

E1=sin(E2) E1=cos(E2) E1=tan(E2)

Der Sinus eines Winkels von 44.209303', zum Beispiel, kann folgendermaßen programmiert werden:

E1 =sin(44.209303)

oder

E1=sin(0.7715979rad)

Hinweise:

1. *Der Parameter E2 stellt einen beliebigen Rechenausdruck dar.*
2. *Die Verwendung eines ungeraden Mehrfaches von 90" in Verbindung mit der tan-funktion ist nicht gestattet. anderenfalls erfolgt eine Fehlermeldung.*
3. *Ist der Winkel in Radianten gegeben, so muß bei den trigonometrischen Funktionen das Wort rad mit programmiert werden.*

INVERSE TRIGONOMETRISCHE FUNKTIONEN

Nachfolgende inverse trigonometrische Funktionen sind verfügbar:

arcsin (asin), arccos (acos), arctan (atan).

Sie werden wie folgt geschrieben:

E1=asin(E2) E1=acos(E2) E1=atan(E2)

Hinweise:

1. Der Parameter E2 stellt einen beliebigen Rechenausdruck dar.
2. Die Werte der inversen Funktionen asin und acos sollten zwischen -1 und +1 liegen; atan kann einen beliebigen Zahlenwert aufweisen.
3. Der von diesen Funktionen erzeugte Winkel wird in Dezimalgrad ausgedrückt.
4. Der von asin und atan erzeugte Winkel liegt zwischen -90" und +909
5. Der von acos erzeugte Winkel liegt zwischen 0" und 180

VERGLEICHSAUSDRÜCKE

Ein Vergleichsausdruck dient dazu, dem E-Parameter den Wert 1 zuzuordnen wenn bestimmte Bedingungen erfüllt sind. Solange diese Bedingungen nicht erfüllt sind, hat der Parameter den Wert O.

Dieser Parameter erlaubt es, mit Hilfe von G29 Sprünge im Programm vorzunehmen.

Die nachfolgenden Beziehungen lassen sich verwenden:

gleich	=	E1=E2=E3
ungleich	<>	E1=E2<>E3
größer	>	E1=E2>E3
größer oder gleich	>=	E1=E2>=E3
kleiner	<	E1=E2<E3
kleiner oder gleich	<=	E1 =E2<=E3

Beispiel

N.. G29 E1=E2>E3 E1 N=400

Dieser Satz bedeutet:

Wenn Parameter E2 größer ist als E3, so ist die Beziehung wahr und erhält Parameter E1 den Wert 1. Parameter E1 wird im G29-Satz als Sprungbedingung benutzt. Bei E2>E3 wird somit ein Sprung auf N400 ausgeführt.

Hinweis:

1. *Die Parameter E2 und E3 stellen einen beliebigen Rechenausdruck dar.*
2. *Um einem Vergleichsausdruck zu genügen werden alle Ziffern auf Gleichheit hin verglichen. Wenn die Parameterwerte aus Berechnungen gewonnen werden, so können sich Probleme ergeben. Es müssen dann Grenzwerte gesetzt werden und geprüft werden, ob der jeweilige Wert im Bereich der Grenzwerte liegt. Kleiner < E1=E2<E3 kleiner oder gleich <= E1 =E2<=E3*

PRIORITÄTEN BEI DER AUSWERTUNG VON ARITHMETISCHEN UND VERGLEICHSAUSDRÜCKEN

Die Rechen- und Vergleichsoperationen werden von der CNC in der nachfolgenden Reihenfolge ausgeführt:

1. Auswertung der Funktionen sin, cos, tan, asin, acos, atan, sqrt, abs, int.
2. Berechnung der Reziprokwerte (^-1) bzw. Potenzierung (").
3. Multiplikation(* bzw. Division (:).
4. Addition(+) bzw. Subtraktion (-).
5. Auswertung der Vergleichsausdrücke (=,o,>,>=,<,<=).

Wenn ein Satz Operationen gleicher Priorität enthält, so erfolgt ihre Auswertung vom Satzanfang bis zum Satzende.

Der Satz E1=3+7:2-4^2+5*6 wird in der nachfolgenden Reihenfolge ausgewertet:

1. 4^2=16
2. 7:2=3.5
3. 5*6= 30
4. 3+3.5=6.5
5. 6.5-16=-9.5
6. -9.5+ 30=20.5

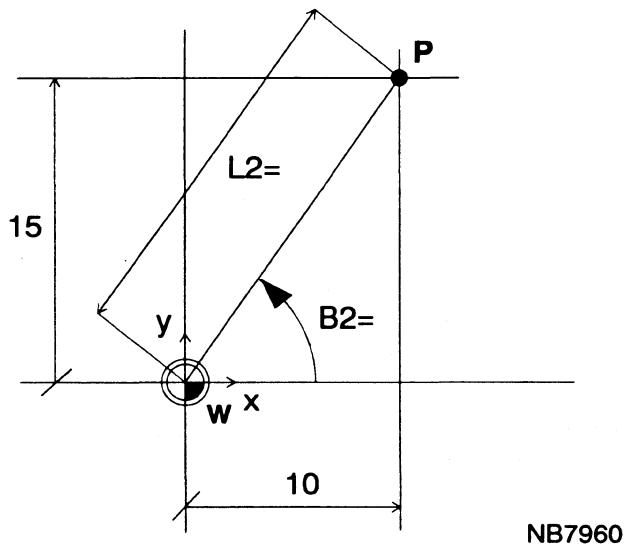
VERWENDUNG VON KLAMMERN ()

Klammern () erlauben das Gruppieren von Operationen und somit eine abweichende Auswertungsfolge eines Ausdrucks. Der Ausdruck zwischen Klammern wird in der normalen Reihenfolge ausgewertet; siehe den vorherigen Abschnitt.
Ein Klammerpaar kann innerhalb eines anderen Klammerpaares gesetzt werden. Dies wird als Schachteln bezeichnet. Bis zu vier Klammerpaaren in einem Ausdruck sind zulässig. Die Auswertung der Ausdrücke zwischen den einzelnen Klammerpaaren erfolgt von innen nach außen.

Beispiele

Beispiel 1.

Berechnung von Polarkoordinaten



Es sollen die Polarkoordinaten von Punkt P, bezogen auf den Programmnullpunkt W, berechnet werden. Die Programmierung könnte so aussehen:

N100 B2=atan(15:10) L2=sqrt(10^2+15^2)

Für B2= ist die Berechnungsfolge:

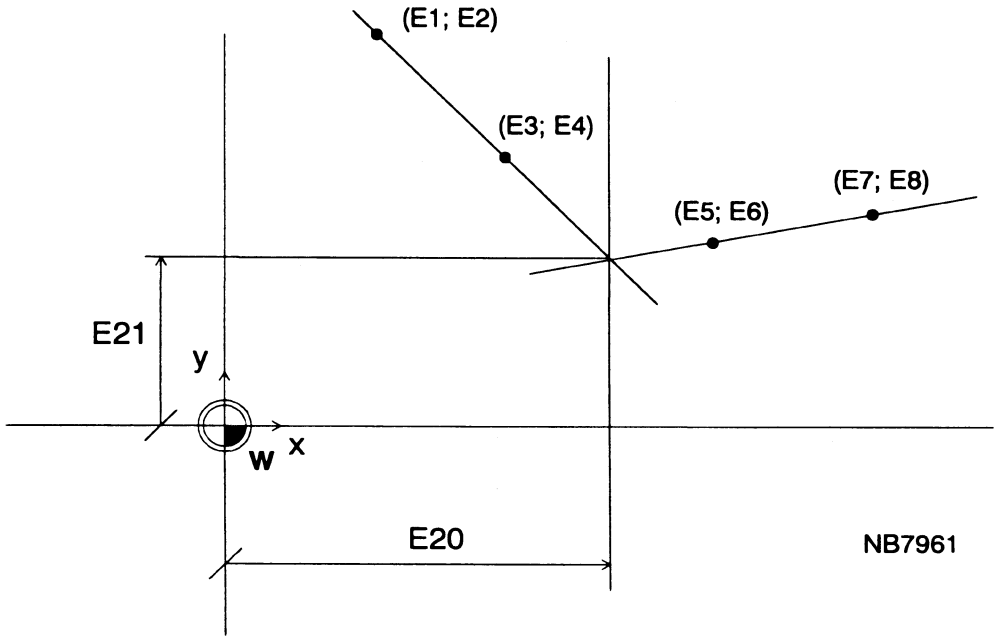
-15:10 berechnen

-Winkel in Dezimalgrad ermitteln

Für L2= ist die Berechnungsfolge:

-10^2 berechnen
-15^2 berechnen
-10^2 und 15^2 addieren
Quadratwurzel ziehen

Beispiel 2. Berechnung des Schnittpunktes zweier Geraden.



Eingabeparameter
E1 : erste Koordinate des ersten Punktes auf der ersten Geraden
E2 : zweite Koordinate des ersten Punktes auf der ersten Geraden

E3 : erste Koordinate des zweiten Punktes auf der ersten Geraden
E4 : zweite Koordinate des zweiten Punktes auf der ersten Geraden

E5 : erste Koordinate des ersten Punktes auf der zweiten Geraden
E6 : zweite Koordinate des ersten Punktes auf der zweiten Geraden

E7 : erste Koordinate des zweiten Punktes auf der zweiten Geraden
E8 : zweite Koordinate des zweiten Punktes auf der zweiten Geraden

Ausgabeparameter

E20 : erste Koordinate des Schnittpunktes
E21 : zweite Koordinate des Schnittpunktes
E79 =1 : kein Fehler

Das Makro

```
N99401 (SCHNITTPUNKT ZWEIER GERADEN BERECHNEN)
N1 E11=E3-E1 E12=E4-E2 E79=0
N2 E13=SQRT(E11^2+E12^2)
N3 E11=E11:E13 E12=E12:E13
N4 E13=E7-E5 E14=E8-E6
N5 E15=SQRT(E13^2+E14^2)
N6 E13=E13:E15 E14=E14:E15
N7 E16=E11*E13+E12*E14
N8 G29 E15=ABS(E16)<.99995 N=12 E15
N9 E79=1
N10 M0 (GERADEN LAUFEN PARALLEL)
N11 G29 E79 N=17
N12 E15=E1-E7 E16=E2-E8
N13 E17=(E15*E12-E16*E11)
N14 E17=E17:(E13*E12-E11*E14)
N15 E20=E7+E17*E13
N16 E21=E8+E17*E14
N17
```

Erläuterung:

N1-N3 : Berechnung des Einheitsvektors der ersten Geraden
N4-N6 : Berechnung des Einheitsvektors der zweiten Geraden
N7-N8 : Prüfung ob die Einheitsvektoren nicht parallel laufen
N9-N11 : Laufen die Geraden parallel, so wird Parameter E79 gesetzt und es erfolgt eine Fehlermeldung mit Programm-Halt. Nach dem Start werden keine Berechnungen durchgeführt.
N12-N14 : Berechnung des Vektorfaktors
N15-N16 : Berechnung der Koordinaten des Schnittpunktes

Hinweis:

Parameter E79 kann für die Fehlerverarbeitung im aufrufenden Programm oder Makro eingesetzt werden.

Beispiel einer Makro-Anwendung:

Erste Gerade durch die Punkte (30,50) und (60,30).
Zweite Gerade durch die Punkte (100,50) und (50,10).

Die Berechnung des Schnittpunktes könnte wie folgt programmiert werden:

```
N100 E1=30  E2=50 E3=60 E4=30
N101 E5=100 E6=50 E7=50 E8=10
N102 G22 N=99401
N103 G29 E79 K0 N=...
N104 G0 X=E20 Y=E21
```

Erläuterung:

N100: Die Punkte auf der ersten Geraden
N101: Die Punkte auf der zweiten Geraden
N102: Berechnung des Schnittpunktes
N103: Wird ein Fehler erkannt, erfolgt ein Sprung zum Satz mit M30
N104: Im Eilgang zum Schnittpunkt

106. Geometrieberechnungen bei kontinuierlichen Bewegungen G64

VEREINBARUNGEN ZU DEN FORMATEN

Es wird angenommen, daß für sämtliche in diesem Anhang aufgeführten Formate die G64-Funktion bereits in einem vorherigen Satz programmiert worden und somit wirksam sind.

Es wird ebenfalls angenommen, daß die XY-Ebene wirksam ist. Sollte eine andere Ebene wirksam sein, müssen die entsprechenden Adressen in den Formaten ersetzt werden.

Um anzugeben, daß bei einem bestimmten Format mehrere Sätze erforderlich sind, erhält der erste Satz die Nummer N1 und werden die darauffolgenden Sätze mit N2, N3 usw. numeriert. Diese Numerierung ist nicht obligatorisch, sondern beruht lediglich auf eine Vereinbarung.

In den Formaten wird die Programmierung des Endpunktes mit **X.. Y..** angegeben. Statt dieser Koordinaten können die Polarkoordinaten B2=.. , L2=.. oder ein definierter Punkt P.. verwendet werden.

Manchmal wird die Programmierung des Endpunktes mit [Endpunkt] angegeben. In diesem Fall kann der Endpunkt programmiert werden als wäre die Geometrie nicht eingeschaltet (G63 wirksam), also mit:
nur X.. oder nur Y.. oder X.. und Y.. oder B1=.. und X.. oder B1=.. und Y..

In den Formaten wird die Programmierung des Kreismittelpunktes mit I.. J.. angegeben. Statt dieser Koordinaten können die Polarkoordinaten B3=.. , L3=.. verwendet werden.

Die Verwendung eines Hilfspunktes wird mit **X.. Y.. I1=0** angegeben, die Verwendung einer Parallellinie mit **X.. Y.. I1=±..** Statt X.. und Y.. können auch die Polarkoordinaten B2=.. , L2=.. oder ein definierter Punkt P.. verwendet werden. Auch die Verwendung von X1=.. Y1=.. statt X.. Y.. I1=0 ist möglich.
In bestimmten Fällen kann ein Hilfspunkt oder eine Parallellinie verwendet werden. Dies wird mit **X.. Y.. I1=0 oder I1=±..** angegeben.

Manchmal wird ein Hilfspunkt mit **[Hilfspunkt]** angegeben. Alle möglichen Formate für Hilfspunkt können benutzt werden.

Für die Bilder in denen die Formate erläutert werden, gelten folgende Vereinbarungen:

P_0 = ein vom vorherigen Satz bekannten Startpunkt
P_s = ein Hilfspunkt auf einer Geraden oder einer Parallellinie
P_e = ein programmierter Endpunkt
M = ein programmierter Kreismittelpunkt
R = ein programmierter Kreisradius

Viele Definitionen von Geraden werden mit einem Winkel B1=.. oder einem Hilfspunkt Ps auf der Geraden gegeben. In den Bildern wird dies mit {B1=} und {Ps} angegeben. Wenn die Klammern { } fehlen, müssen beide Wörter programmiert werden.

INHALT DIESES ABSCHNITTS

SCHNITTPUNKT
SCHNITTPUNKT GERADE-GERADE
SCHNITTPUNKT GERADE-GERADE ALS ENDPUNKT PROGRAMMIERT
FASE AM SCHNITTPUNKT GERADE-GERADE
RUNDUNG AM SCHNITTPUNKT GERADE-GERADE
RUNDUNG ZWISCHEN GERADEN UND FASE
SCHNITTPUNKTANZEIGER (J1=)
SCHNITTPUNKT GERADE-KREIS
SCHNITTPUNKT GERADE-KREIS ALS ENDPUNKT PROGRAMMIERT
RUNDUNG AM SCHNITTPUNKT GERADE-KREIS
SCHNITTPUNKT KREIS-GERADE
SCHNITTPUNKT KREIS-GERADE ALS ENDPUNKT PROGRAMMIERT
RUNDUNG AM SCHNITTPUNKT KREIS-GERADE
SCHNITTPUNKT KREIS-KREIS
SCHNITTPUNKT KREIS-KREIS ALS ENDPUNKT PROGRAMMIERT
RUNDUNG AM SCHNITTPUNKT KREIS-KREIS

TANGENTENPUNKT
TANGENTENPUNKTANZEIGER (R1=)
TANGENTENPUNKT GERADE-KREIS
VERBINDUNGSKREIS AM TANGENTENPUNKT GERADE-KREIS
TANGENTENPUNKT KREIS-GERADE
VERBINDUNGSKREIS AM TANGENTENPUNKT KREIS-GERADE
TANGENTENPUNKT KREIS-KREIS
VERBINDUNGSKREIS AM TANGENTENPUNKT KREIS-KREIS

VERBINDUNGSKREIS ZWISCHEN ELEMENTEN DIE SICH NICHT SCHNEIDEN/TANGIEREN
GERADE UND KREIS
KREIS UND GERADE
ZWEI KREISE NEBENEINANDER
EIN KREIS INNERHALB EINES ANDEREN
KONZENTRISCHE KREISE

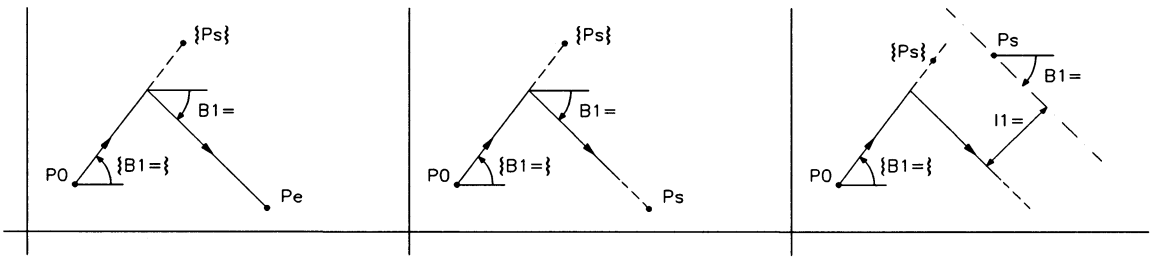
SCHNITTPUNKT

SCHNITTPUNKT GERADE-GERADE

Berechnen des Schnittpunktes zweier Geraden

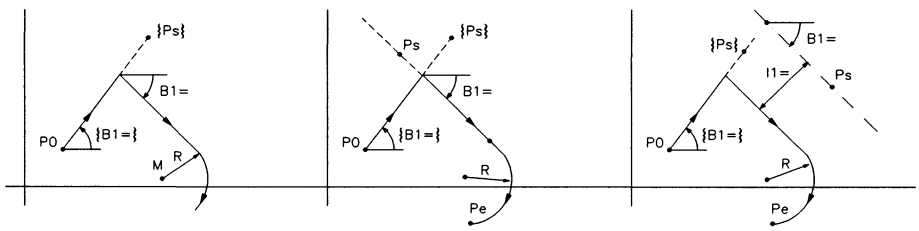
Der Startpunkt von N1 ist bekannt

Wenn der Startpunkt für die erste Gerade bekannt ist, so kann die Gerade entweder mit dem Winkel der sie mit der Hauptachse bildet oder mit einem beliebigen Hilfspunkt auf der Geraden definiert werden. Für die zweite Gerade sind mehrere Formate möglich:



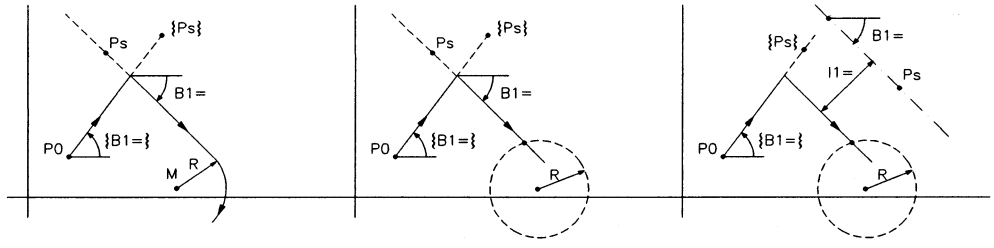
NB9665

N1 G1 B1=..
N2 B1=.. X.. Y..
oder
N1 G1 B1=..
N2 B1=.. X.. Y.. I1=0 oder I1=±..
oder
N1 G1 X.. Y.. I1=0
N2 B1=.. X.. Y..
oder
N1 G1 X.. Y.. I1=0
N2 B1=.. X.. Y.. I1=0 oder I1=±..



NB9668

N1 G1 B1=..
N2 B1=.. R1=0
oder
N1 G1 B1=..
N2 B1=.. X.. Y.. I1=0 oder I1=±.. R1=0
oder
N1 G1 X.. Y.. I1=0
N2 B1=.. R1=0
oder
N1 G1 X.. Y.. I1=0
N2 B1=.. X.. Y.. I1=0 R1=0
N1 G1 B1=..
N2 X.. Y.. I1=0 R1=0



NB9669

oder

N1	G1	B1=..			
N2		B1=..	X..	Y..	I1=0 oder I1=.. J1=1/2

oder

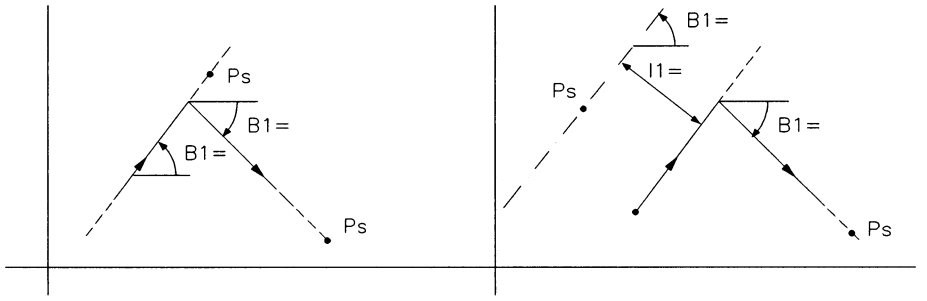
N1	G1	X..	Y..	I1=0	
N2		X..	Y..	I1=0	R1=0

oder

N1	G1	X..	Y..	I1=0	
N2		B1=..	X..	Y..	I1=0 oder I1=.. J1=1/2

Der Startpunkt von N1 ist nicht bekannt

Wenn der Startpunkt von N1 nicht bekannt ist, muß der Winkel und ein Hilfspunkt im Satz N1 mit programmiert werden. Der Satz sieht dann so aus:



NB9667

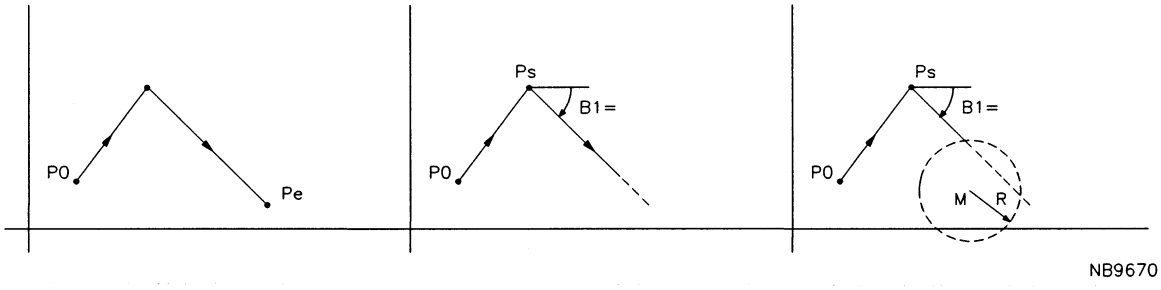
N1	G1	B1=..	X..	Y..	I1=0 oder	I1=..

Der Satz N2 bleibt unverändert.

Der Hilfspunkt fällt mit dem Schnittpunkt zusammen

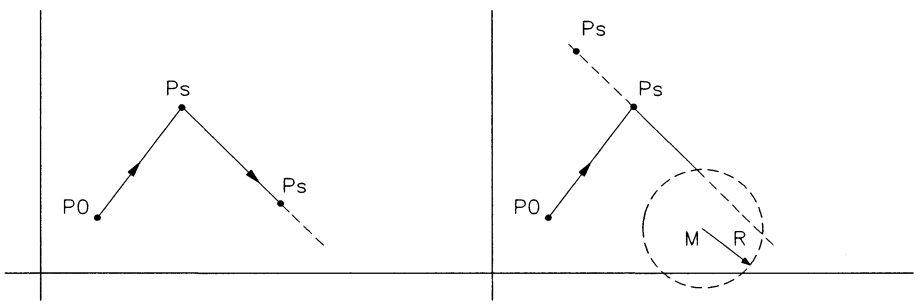
Wenn der Hilfspunkt mit dem Schnittpunkt zusammenfällt, so wird angenommen, daß dieser Punkt der Startpunkt für die nächste Bewegung ist. Es kommen dann einige Formate hinzu, in denen die zweite Gerade mit entweder dem Winkel oder dem Hilfspunkt auf der Geraden programmiert werden kann:

Der Startpunkt von N1 ist bekannt



NB9670

N1 G1 [Hilfspunkt=Schnittpunkt]
N2 X.. Y..
oder
N1 G1 [Hilfspunkt=Schnittpunkt]
N2 B1=..
oder
N1 G1 [Hilfspunkt=Schnittpunkt]
N2 B1=.. J1=1/2

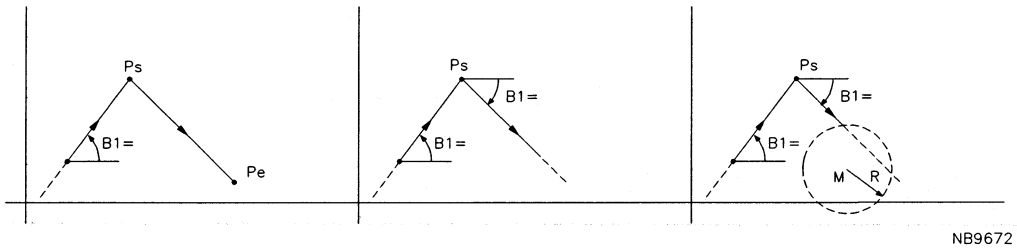


NB9671

N1 G1 [Hilfspunkt=Schnittpunkt]
N2 X.. Y.. I1=0
oder
N1 G1 [Hilfspunkt=Schnittpunkt]
N2 X.. Y.. I1=0 J1=1/2

Der Startpunkt von N1 ist nicht bekannt

Wenn der Startpunkt von N1 nicht bekannt ist, muß der Winkel und ein Hilfspunkt im Satz N1 mit programmiert werden. Der Satz sieht dann so aus:



NB9672

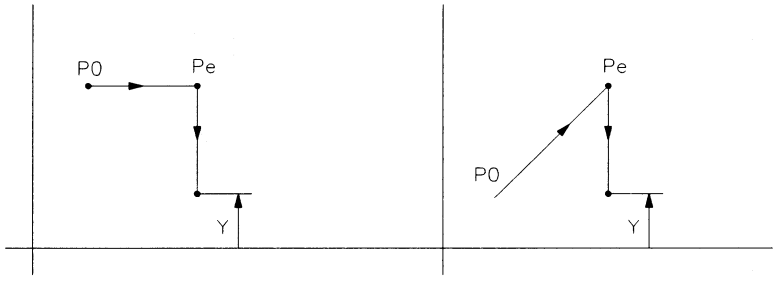
N1 G1 B1=.. [Hilfspunkt=Schnittpunkt]

Der Satz N2 bleibt unverändert.

SCHNITTPUNKT GERADE-GERADE ALS ENDPUNKT PROGRAMMIERT

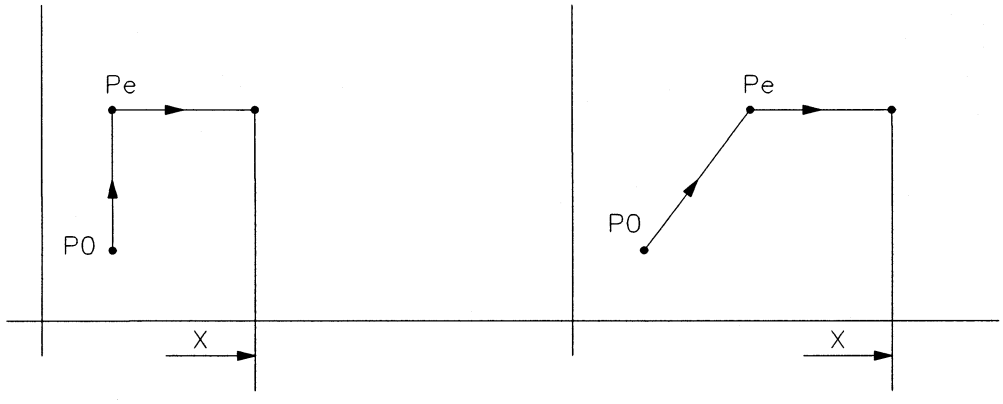
Manchmal ist der Schnittpunkt zweier Geraden in der Zeichnung angegeben und kann direkt programmiert werden. Es wird angenommen, daß dieser Punkt der Startpunkt für die nächste Gerade ist. Wenn der Endpunkt mit nur einer Koordinate programmiert ist, so wird die andere Koordinate den vorherigen Sätzen entnommen. Die folgenden zusätzlichen Formate sind möglich:

Der Startpunkt von N1 ist bekannt



NB9674

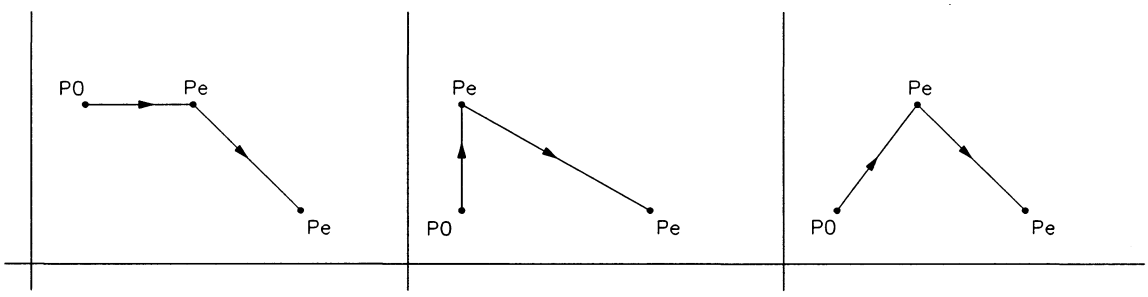
N1 G1 X.. oder X.. Y..
N2 Y..



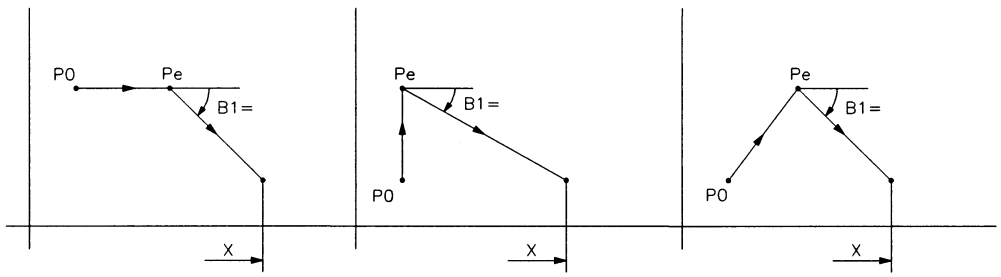
NB9675

N1 G1 Y.. oder X.. Y..
N2 X..

N1 G1 X.. oder Y.. oder X.. Y..
N2 X.. Y..

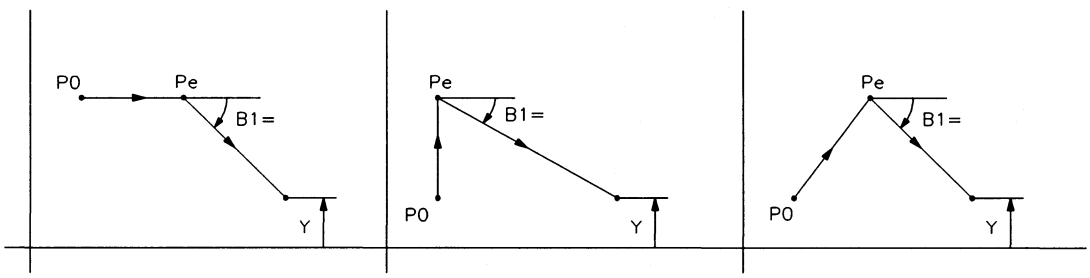


NB9676



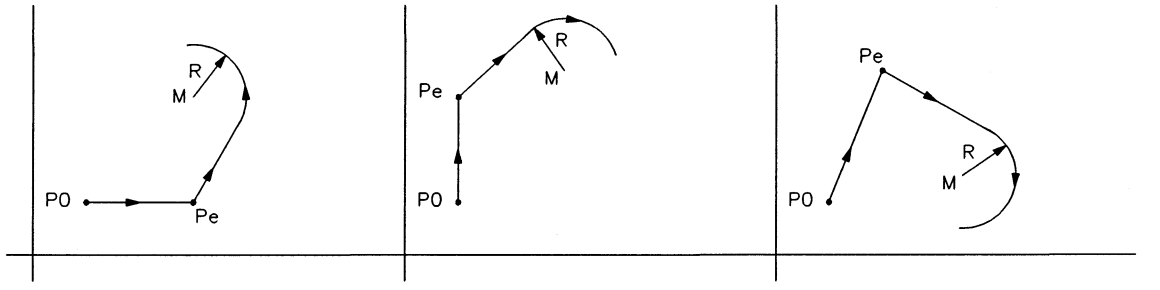
NB9677

N1 G1 X.. oder Y.. oder X.. Y..
N2 B1=.. X..



NB9678

N1 G1 X.. oder Y.. oder X.. Y..
N2 B1=.. Y..



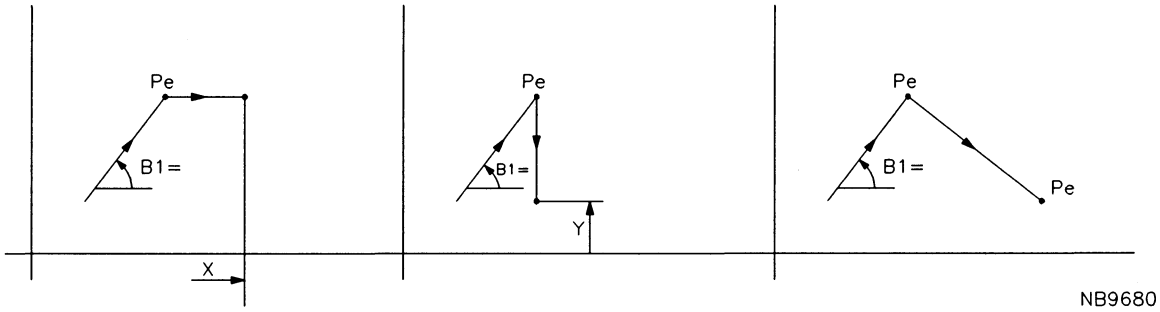
NB9679

N1 G1 X.. oder Y.. oder X.. Y..
N2 R1=0

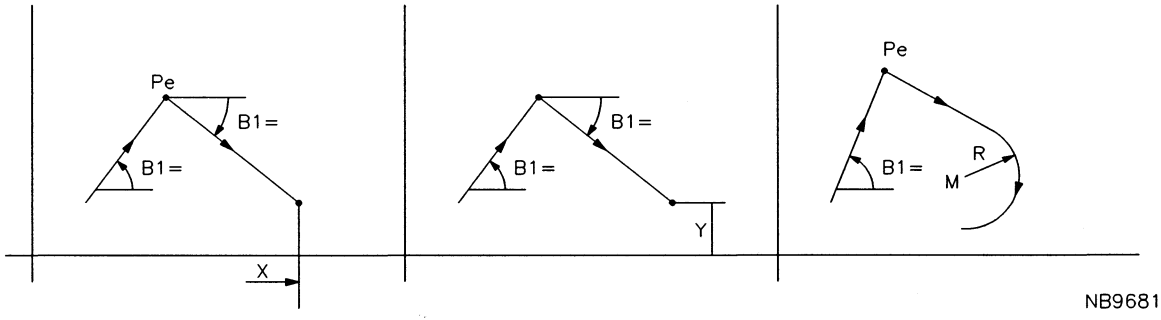
Sämtliche im vorherigen Fall aufgeführten Formate zum Errechnen des Schnittpunktes können ebenfalls programmiert werden.

Der Startpunkt von N1 ist nicht bekannt

Wenn der Startpunkt von N1 nicht bekannt ist, muß der Winkel und der Endpunkt im Satz N1 mit programmiert werden. Der Satz sieht dann so aus:



NB9680



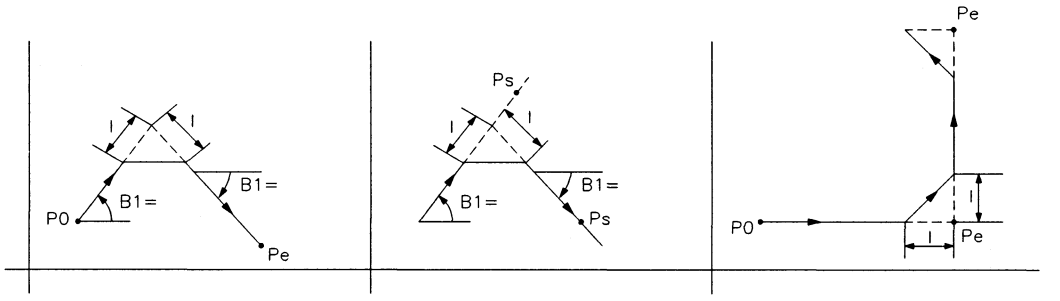
NB9681

N1 G1 B1=.. X..
oder
N1 G1 B1=.. Y..
oder
N1 G1 B1=.. X.. Y..

Der Satz N2 bleibt unverändert.

FASE AM SCHNITTPUNKT GERADE-GERADE
Einfügen einer symmetrischen Fase am Schnittpunkt zweier Geraden.

Der Startpunkt von N1 ist bekannt



N1 G1 B1=..
N2 I...
N3 usw.

Für die Formate von Satz N3 siehe Satz N2 in den vorherigen Abschnitten.

Hinweis : Statt der Programmierung von B1=.. im Satz N1 kann ein Hilfspunkt, eine Parallellinie oder ein Endpunkt mit entweder X.. oder Y.. oder X.. und Y.. verwendet werden.

Der Startpunkt von N1 ist nicht bekannt

Wenn der Startpunkt von N1 nicht bekannt ist, muß der Winkel und ein Hilfspunkt oder Endpunkt im Satz N1 mit programmiert werden. Der Satz sieht dann so aus:

N1 G1 B1=.. X.. Y.. I1=0 oder I1=..
N2 I...
N3 usw.

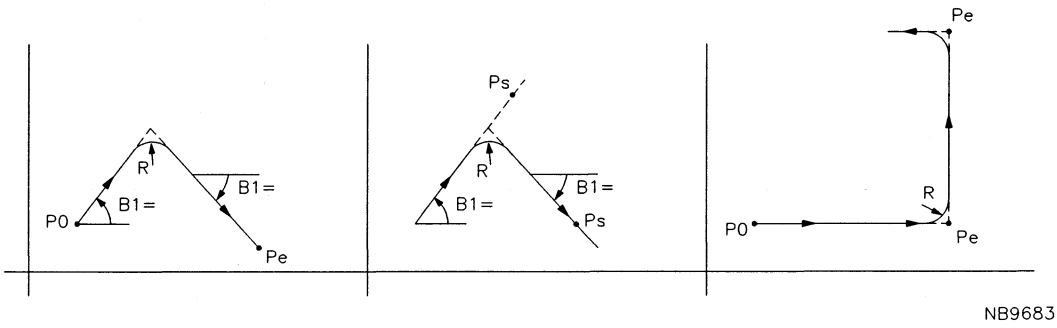
Die Sätze N2 und N3 sind wie im Abschnitt mit bekanntem Startpunkt.

Hinweis : Statt der Programmierung von B1=.. mit einem Hilfspunkt oder einer Parallellinie im Satz N1 kann ein Endpunkt mit entweder X.. oder Y.. oder X.. und Y.. verwendet werden.

RUNDUNG AM SCHNITTPUNKT GERADE-GERADE

Einfügen einer Rundung am Schnittpunkt zweier Geraden.

Der Startpunkt von N1 ist bekannt



N1 G1 B1=..
N2 G2/G3 R...
N3 G1 usw.

Hinweis : Statt der Programmierung von B1=.. im Satz N1 kann ein Hilfspunkt, eine Parallellinie oder ein Endpunkt mit entweder X.. oder Y.. oder X.. und Y.. verwendet werden.

Für die Formate von Satz N3 siehe Satz N2 in den vorherigen Abschnitten.

Der Startpunkt von N1 ist nicht bekannt

Wenn der Startpunkt von N1 nicht bekannt ist, muß der Winkel und ein Hilfspunkt oder Endpunkt in den Satz N1 mit programmiert werden. Der Satz sieht dann so aus:

N1 G1 B1=.. X.. Y.. I1=0 oder I1=±..
N2 G2/G3 R...
N3 G1 usw.

Hinweis : Statt der Programmierung von B1=.. mit einem Hilfspunkt oder einer Parallellinie im Satz N1 kann ein Endpunkt mit entweder X.. oder Y.. oder X.. und Y.. verwendet werden.

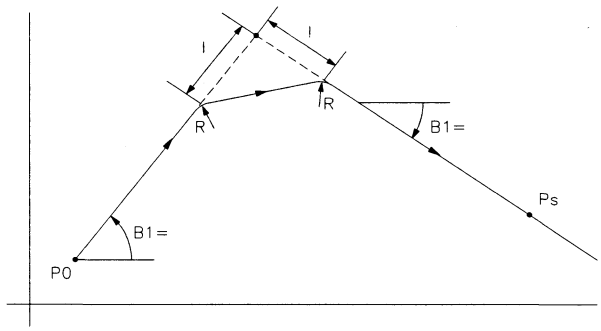
Die Sätze N2 und N3 sind wie im Abschnitt mit bekanntem Startpunkt.

RUNDUNG ZWISCHEN GERADEN UND FASE

Einfügen einer Rundung zwischen einer Geraden und einer Fase.

In den nachfolgenden Formaten sind beide Rundungen angegeben. Es ist möglich nur eine Rundung einzufügen und die andere wegzulassen.

Der Startpunkt von N1 ist bekannt



N1 G1 B1=..
N2 G2/G3 R...
N3 G1 I...
N4 G2/G3 R...
N5 G1 usw.

Hinweis : Statt der Programmierung von B1=.. im Satz N1 kann ein Hilfspunkt, eine Parallellinie oder ein Endpunkt mit entweder X.. oder Y.. oder X.. und Y.. verwendet werden.

Für die Formate von Satz N5 siehe Satz N2 in den vorherigen Abschnitten.

Der Startpunkt von N1 ist nicht bekannt

Wenn der Startpunkt von N1 nicht bekannt ist, muß der Winkel und ein Hilfspunkt oder Endpunkt im Satz N1 mit programmiert werden. Der Satz sieht dann so aus:

N1 G1 B1=.. X.. Y.. I1=0 oder I1=±..
N2 G2/G3 R...
N3 G1 I...
N4 G2/G3 R...
N5 G1 usw.

Hinweis : Statt der Programmierung von B1=.. mit einem Hilfspunkt oder einer Parallellinie im Satz N1 kann ein Endpunkt mit entweder X.. oder Y.. oder X.. und Y.. verwendet werden.

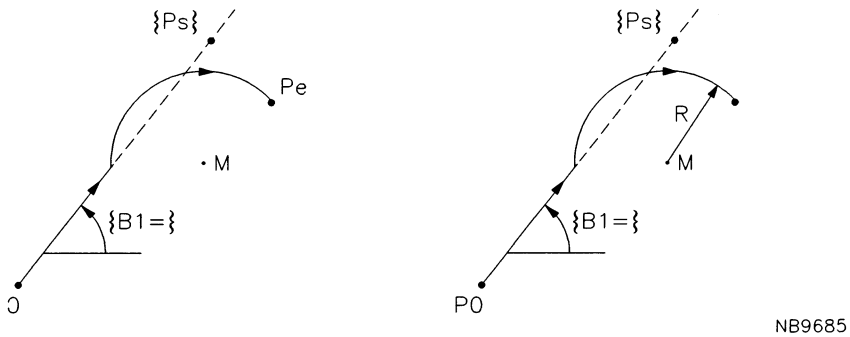
Für die Formate von Satz N5 siehe Satz N2 in den vorherigen Abschnitten.

SCHNITTPUNKTANZEIGER (J1=)
Für eine Beschreibung des Schnittpunktanzeigers sei auf das Kapitel über die Funktion G64, Abschnitt Hinweise und Verwendung verwiesen.

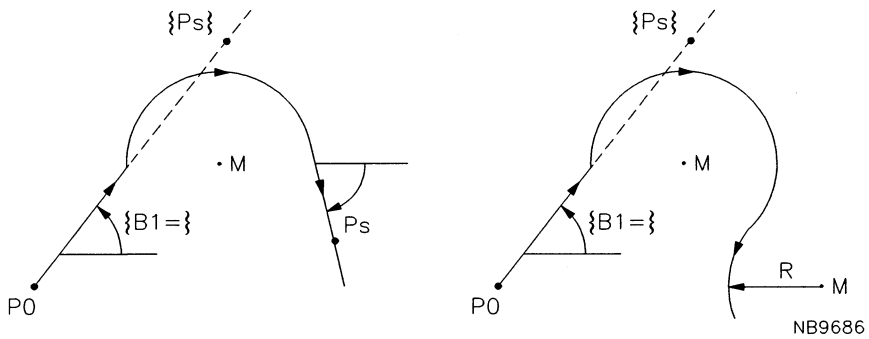
SCHNITTPUNKT GERADE-KREIS
Errechnen des Schnittpunktes einer Geraden und eines Kreises

Der Startpunkt von N1 ist bekannt

Wenn der Startpunkt für die Gerade bekannt ist, so kann die Gerade entweder mit dem Winkel der sie mit der Hauptachse bildet oder mit einem beliebigen Hilfspunkt auf der Geraden definiert werden. Für den Kreis sind mehrere Formate möglich:

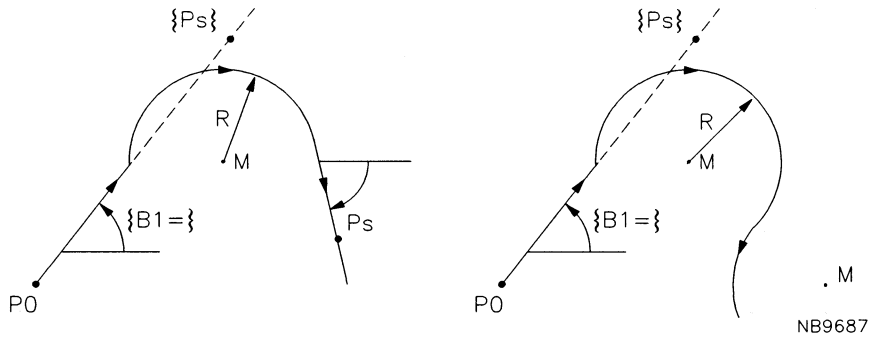



```
N1  G1      B1=..     J1=1/2
N2  G2/G3   I..  J..  X..    Y..
oder
N1  G1      B1=..     J1=1/2
N2  G2/G3   I..  J..  R..
oder
N1  G1      X..  Y..  I1=0   J1=1/2
N2  G2/G3   I..  J..  X..    Y..
oder
N1  G1      X..  Y..  I1=0   J1=1/2
N2  G2/G3   I..  J..  R..
```

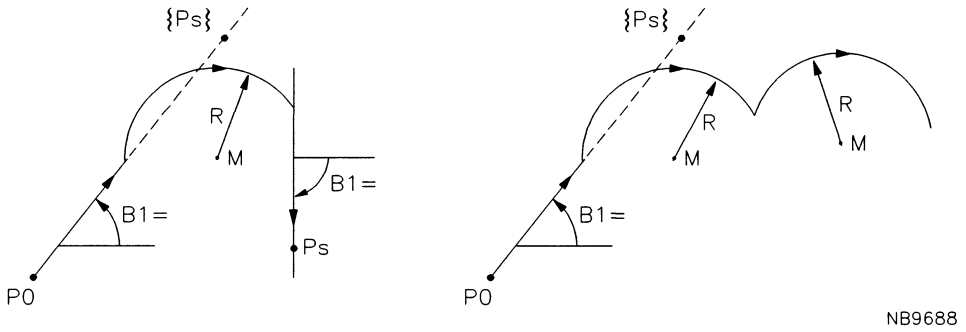



```
N1  G1      B1=..     J1=1/2
N2  G2/G3   I..       J..    R1=0
oder
N1  G1      X..  Y..  I1=0   J1=1/2
N2  G2/G3   I..  J..  R1=0
```

```
N1  G1      B1=..     J1=1/2
```



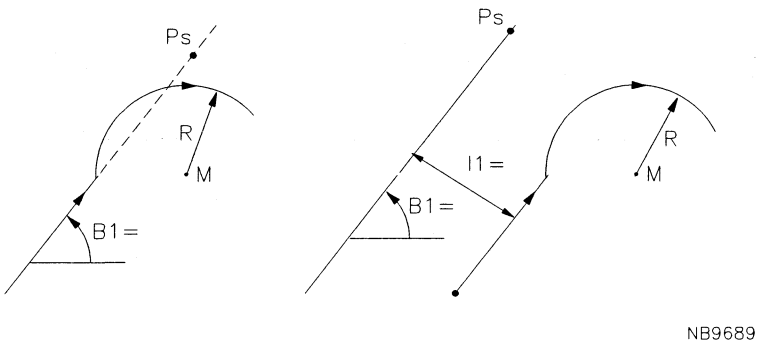
N2	G2/G3	I..	J..	R..	R1=0
oder					
N1	G1	X..	Y..	I1=0	J1=1/2
N2	G2/G3	I..	J..	R..	R1=0



N1	G1	B1=..	J1=1/2		
N2	G2/G3	I..	J..	R..	J1=1/2
oder					
N1	G1	X..	Y..	I1=0	J1=1/2
N2	G2/G3	I..	J..	R..	J1=1/2

Der Startpunkt von N1 ist nicht bekannt

Wenn der Startpunkt von N1 nicht bekannt ist, muß der Winkel und ein Hilfspunkt im Satz N1 mit programmiert werden. Der Satz sieht dann so aus:



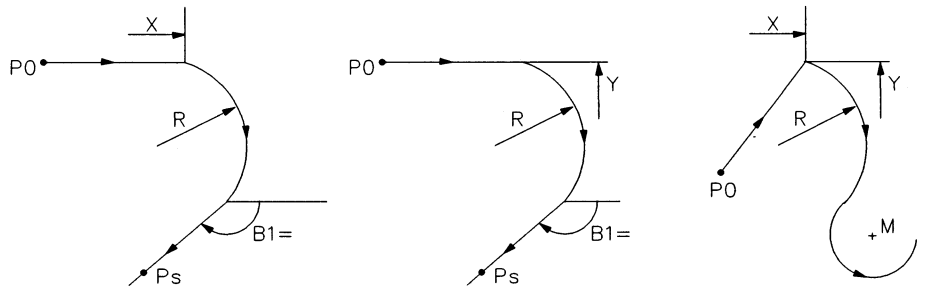
NB9689

N1 G1 B1=.. X.. Y.. I1=0 oder I1=.. J1=1/2

Der Satz N2 bleibt unverändert.

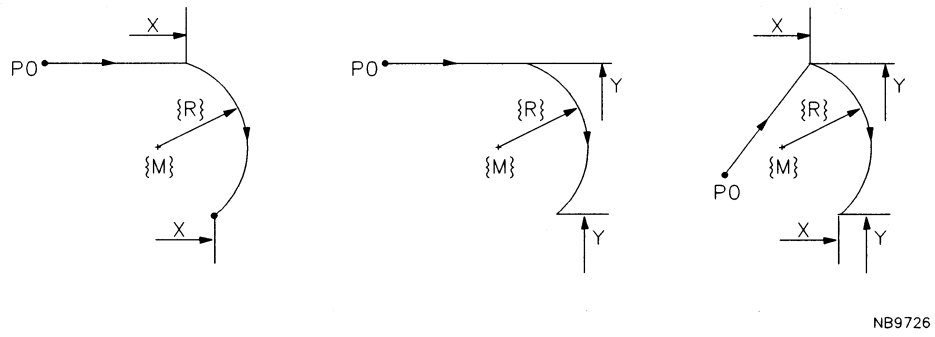
SCHNITTPUNKT GERADE-KREIS ALS ENDPUNKT PROGRAMMIERT
Manchmal ist der Schnittpunkt einer Geraden und eines Kreises in der Zeichnung angegeben und kann direkt programmiert werden. Es wird angenommen, daß dieser Punkt der Startpunkt für die nächste Bewegung ist. Der Endpunkt kann mit einer oder zwei Koordinaten programmiert werden. Wenn der Startpunkt für die Gerade nicht bekannt ist, kann der Winkel der die Gerade mit der Hauptachse bildet im Satz mit programmiert werden. Die folgenden Formate sind möglich:

Der Startpunkt von N1 ist bekannt

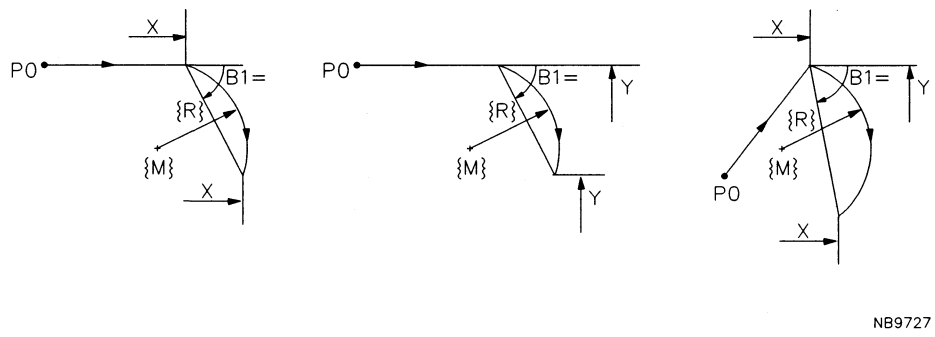


NB9725

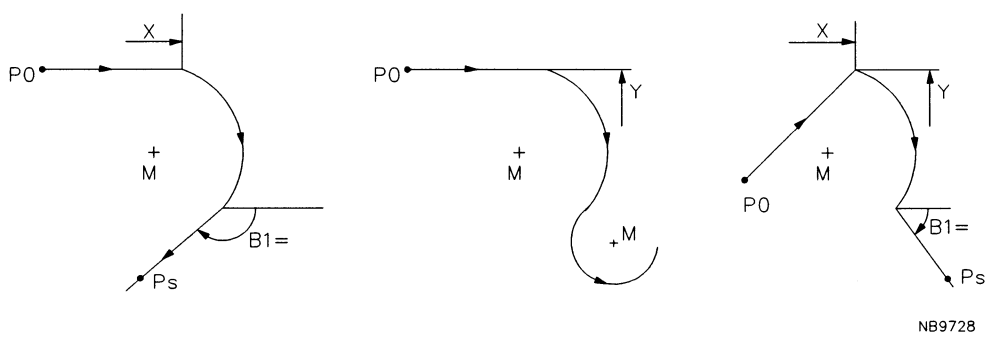
N1 G1 X.. oder Y.. oder X.. Y..
N2 G2/G3 R.. R1=0



N1	G1	X.. oder	Y.. oder	X..	Y..		
N2	G2/G3	R..	X.. oder	Y.. oder	X..	Y..	
oder							
N1	G1	X.. oder	Y.. oder	X..	Y..		
N2	G2/G3	I..	J..	X.. oder	Y.. oder	X..	Y..



N1	G1	X.. oder	Y.. oder	X..	Y..
N2	G2/G3	R..	B1=..	X.. oder	Y..
oder					
N1	G1	X.. oder	Y.. oder	X..	Y..
N2	G2/G3	I..	J..	B1=..	X.. oder Y..

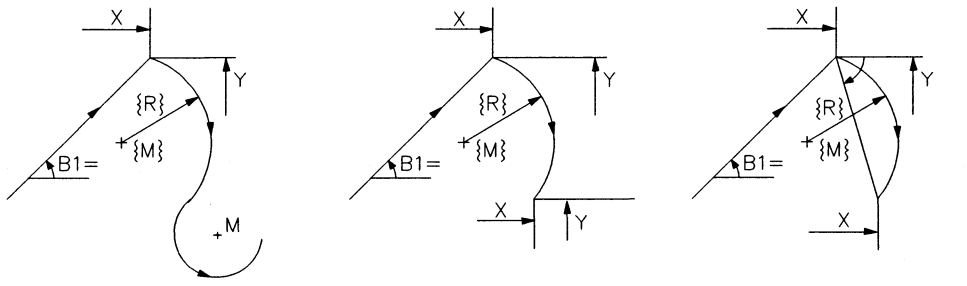


N1	G1	X.. oder	Y.. oder	X..	Y..
N2	G2/G3	I..	J.. {R1=0}	{J1=1/2}	

Der Startpunkt von N1 ist nicht bekannt

Wenn der Startpunkt von N1 nicht bekannt ist, muß der Winkel der die Gerade mit der

Hauptachse bildet, im Satz N1 mit programmiert werden. Der Satz sieht dann so aus:



NB9729

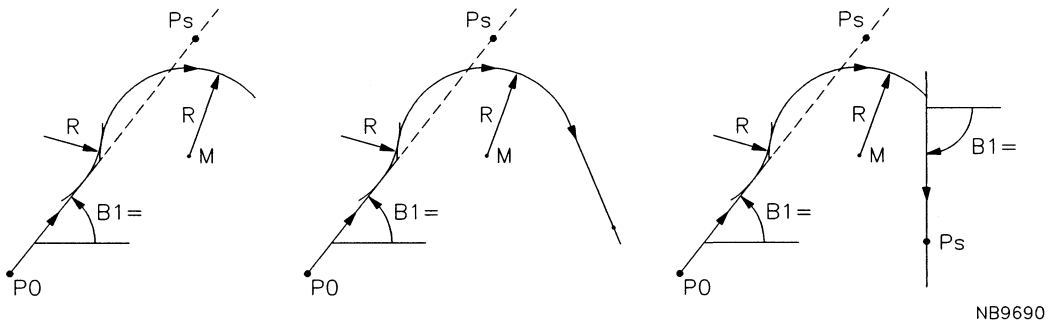
N1 G1 B1=.. X..
oder
N1 G1 B1=.. Y..
oder
N1 G1 B1=.. X.. Y..
Der Satz N2 bleibt unverändert.

RUNDUNG AM SCHNITTPUNKT GERADE-KREIS
Einfügen einer Rundung am Schnittpunkt einer Geraden und eines Kreises.

Es sei darauf hingewiesen, daß die Drehrichtungen auf der Rundung und auf dem programmierten Kreis entgegengesetzt sind.

Errechneter Schnittpunkt

Der Startpunkt von N1 ist bekannt



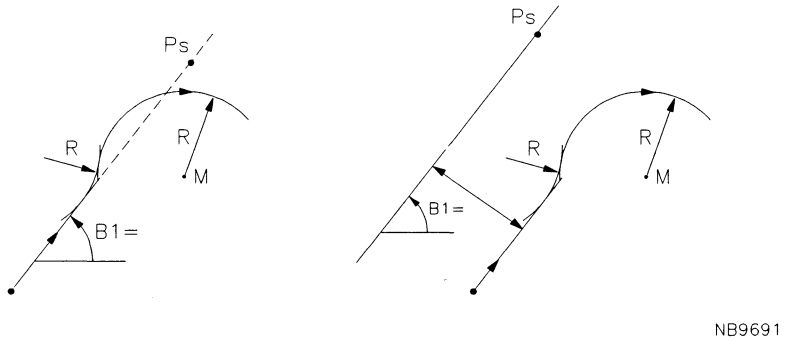
NB9690

N1 G1 B1=.. J1=1/2
N2 G3/G2 R..
N3 G2/G3 usw.
oder
N1 G1 X.. Y.. I1=0 J1=1/2
N2 G3/G2 R..
N3 G2/G3 usw.

Die Formate von Satz N3 sind wie im Abschnitt über das Errechnen des Schnittpunktes.

Der Startpunkt von N1 ist nicht bekannt

Wenn der Startpunkt von N1 nicht bekannt ist, muß der Winkel und ein Hilfspunkt im Satz N1 mit programmiert werden. Der Satz sieht dann so aus:

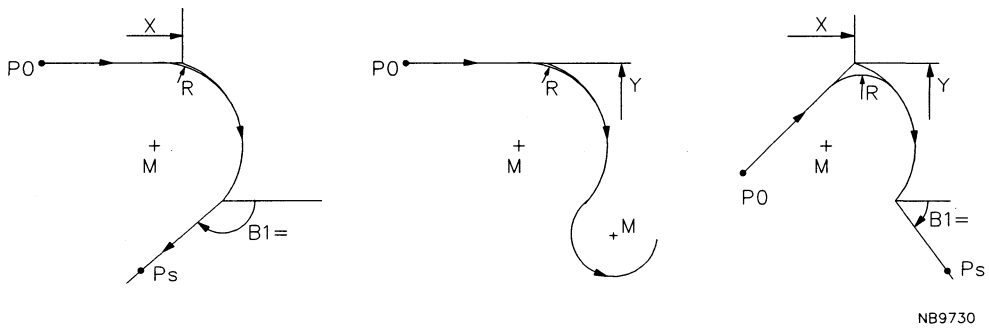


N1 G1 B1=.. X.. Y.. I1=0 oder I1=.. J1=1/2
N2 G3/G2 R..
N3 G2/G3 usw.

Die Formate von Satz N3 sind wie im Abschnitt mit bekanntem Startpunkt.

Programmierter Schnittpunkt

Der Startpunkt von N1 ist bekannt



N1 G1 X.. oder Y.. oder X.. Y..
N2 G3/G2 R..
N3 G2/G3 usw.

Die Formate von Satz N3 sind wie im Abschnitt über das Programmieren des Schnittpunktes.

Der Startpunkt von N1 ist nicht bekannt

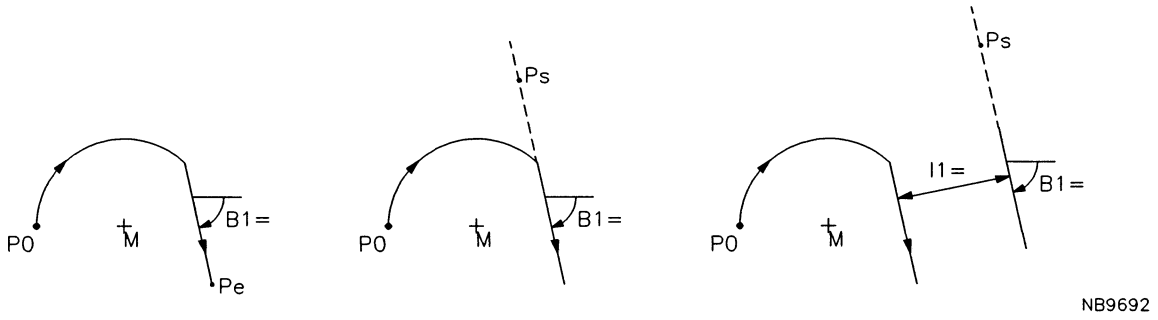
Wenn der Startpunkt von N1 nicht bekannt ist, muß der Winkel der die Gerade mit der Hauptachse bildet, im Satz N1 mit programmiert werden. Der Satz sieht dann so aus:

N1 G1 B1=.. X.. oder Y.. oder X.. Y..
N2 G3/G2 R..
N3 G2/G3 usw.

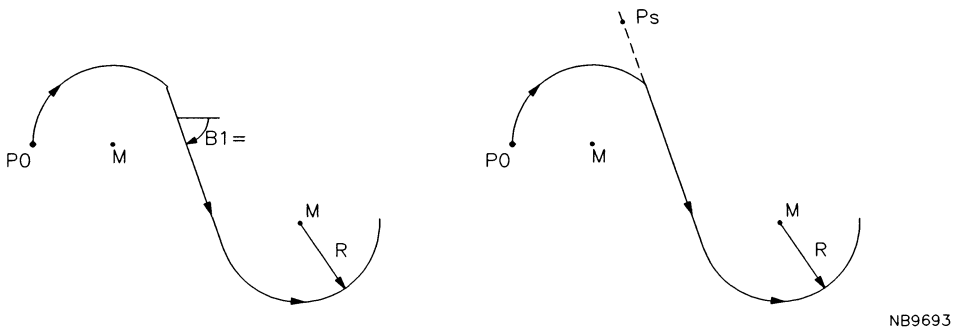
Die Formate von Satz N3 sind wie im Abschnitt mit bekanntem Startpunkt.

SCHNITTPUNKT KREIS-GERADE
Errechnen des Schnittpunktes eines Kreises und einer Geraden.

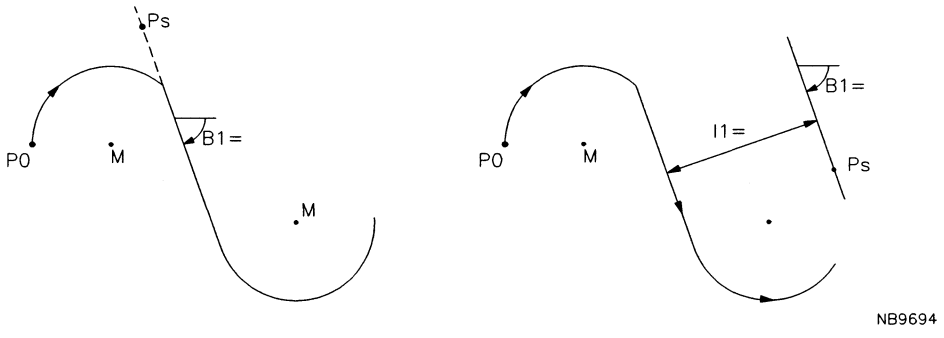
Der Startpunkt von N1 ist bekannt



N1	G2/G3	I..	J..	J1=1/2	
N2	G1	B1=..	X..	Y..	
oder					
N1	G2/G3	I..	J..	J1=1/2	
N2	G1	B1=..	X..	Y..	I1=0 oder I1=..



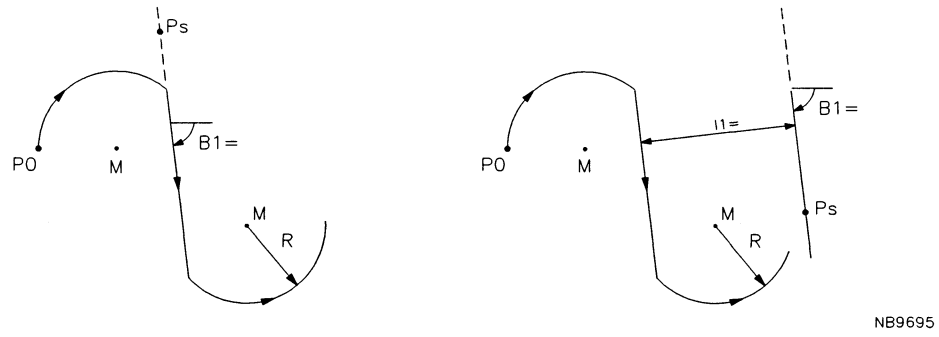
N1	G2/G3	I..	J..	J1=1/2	
N2	G1	B1=..	R1=0		
oder					
N1	G2/G3	I..	J..	J1=1/2	
N2	G1	X..	Y..	I1=0	R1=0



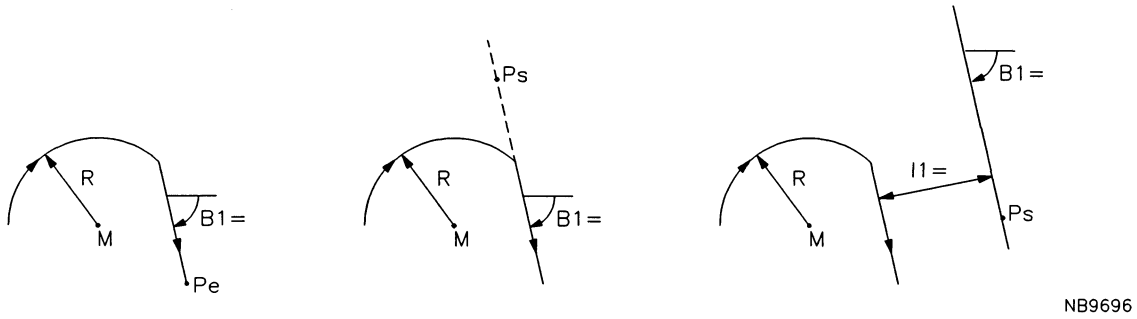
N1	G2/G3	I..	J..	J1=1/2			
N2	G1	B1=..	X..	Y..	I1=0	oder	I1=.. R1=0
N1	G2/G3	I..	J..	J1=1/2			
N2	G1	B1=..	X..	Y..	I1=0	oder	I1=.. J1=1/2

Der Startpunkt von N1 ist nicht bekannt

Wenn der Startpunkt von N1 nicht bekannt ist, muß der Radius (R-Wort) im Satz N1



mitprogrammiert werden. Der Satz sieht dann so aus:

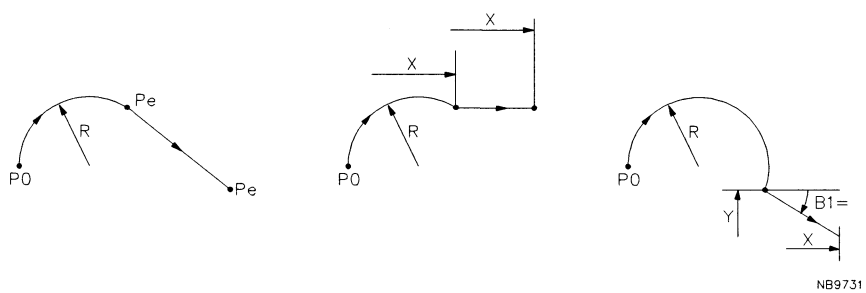


N1 G2/G3 I.. J.. R.. J1=1/2

Der Satz N2 bleibt unverändert.

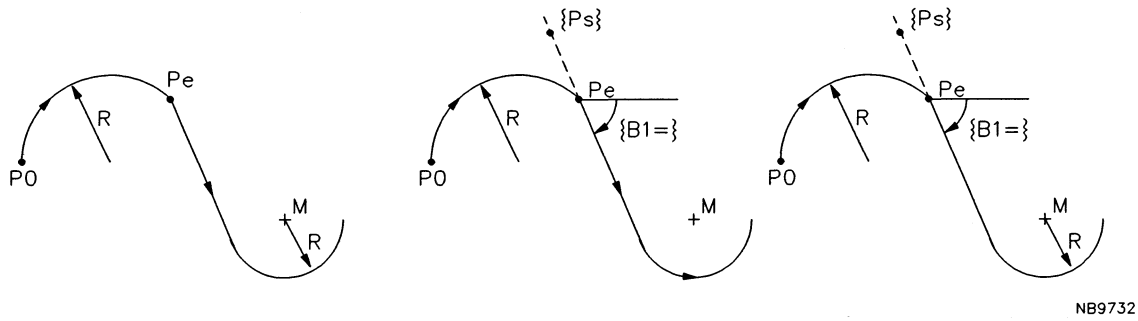
SCHNITTPUNKT KREIS-GERADE ALS ENDPUNKT PROGRAMMIERT
Manchmal ist der Schnittpunkt eines Kreises und einer Geraden in der Zeichnung angegeben und kann direkt programmiert werden. Es wird angenommen, daß dieser Punkt der Startpunkt für die nächste Bewegung ist. Die folgenden Formate sind möglich:

Der Startpunkt von N1 ist bekannt

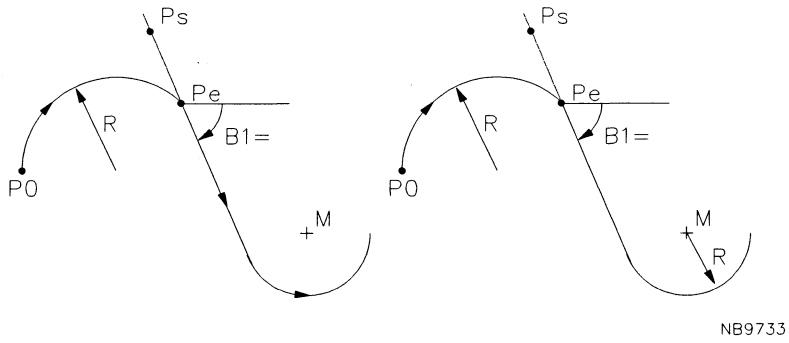


N1 G2/G3 R.. [Endpunkt]
N2 G1 [Endpunkt]

N1 G2/G3 R.. [Endpunkt]
N2 G1 R1=0
oder
N1 G2/G3 R.. [Endpunkt]



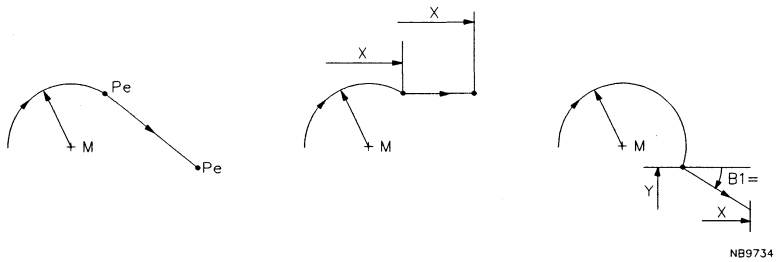
N2 G1 B1=.. {R1=0} {J1=1/2}
oder
N1 G2/G3 R.. [Endpunkt]
N2 G1 X.. Y.. I1=0 {R1=0} {J1=1/2}



N1 G2/G3 R.. [Endpunkt]
N2 G1 B1=.. X.. Y.. I1=0 oder I1=.. {R1=0} {J1=1/2}

Der Startpunkt von N1 ist nicht bekannt

Wenn der Startpunkt von N1 nicht bekannt ist, müssen statt des Radiusses die Mittelpunktkoordinaten im Satz N1 programmiert werden. Der Satz sieht dann so aus:



N1 G2/G3 I.. J.. [Endpunkt]

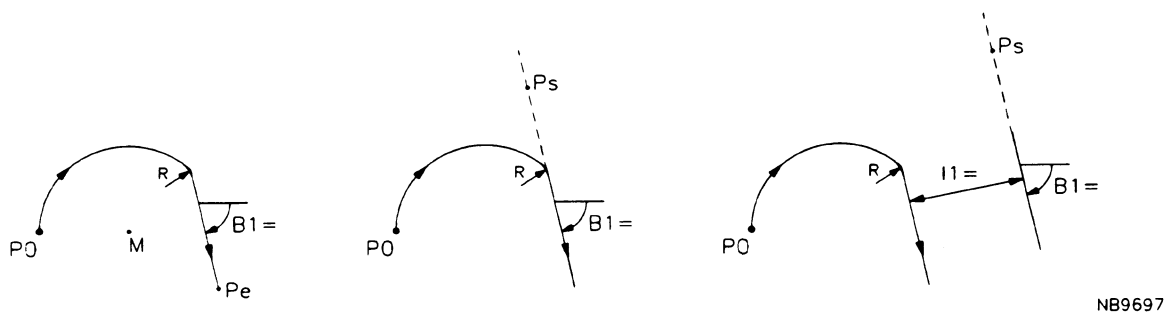
Der Satz N2 bleibt unverändert.

RUNDUNG AM SCHNITTPUNKT KREIS-GERADE
Einfügen einer Rundung am Schnittpunkt eines Kreises und einer Geraden.

Es sei darauf hingewiesen, daß die Drehrichtungen auf der Rundung und auf dem programmierten Kreis entgegengesetzt sind.

Errechneter Schnittpunkt

Der Startpunkt von N1 ist bekannt

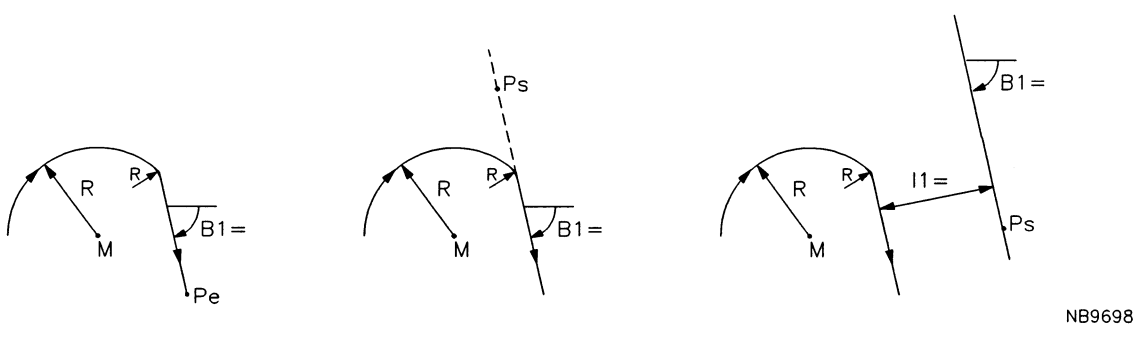


N1 G2/G3 I.. J.. J1=1/2
N2 G3/G2 R..
N3 G1 usw.

Die Formate von Satz N3 sind wie im Abschnitt über das Errechnen des Schnittpunktes.

Der Startpunkt von N1 ist nicht bekannt

Wenn der Startpunkt von N1 nicht bekannt ist, muß der Radius (R-Wort) im Satz N1 mit programmiert werden. Der Satz sieht dann so aus:

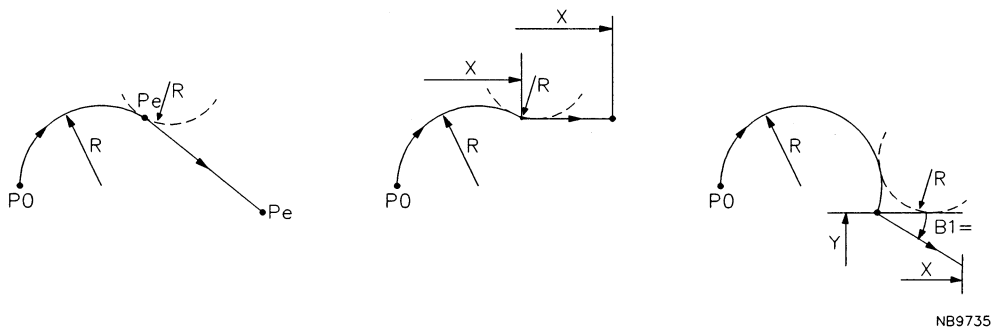


N1 G2/G3 I.. J.. R.. J1=1/2

Die Formate von Satz N3 sind wie im Abschnitt mit bekanntem Startpunkt.

Programmierter Schnittpunkt

Der Startpunkt von N1 ist bekannt



N1 G2/G3 R.. [Endpunkt]
N2 G3/G2 R..
N3 G1 usw.

Die Formate von Satz N3 sind wie im Abschnitt über das Programmieren des Schnittpunktes.

Hinweis: Eine Rundung kann nur eingefügt werden, wenn sowohl der Kreis als auch die Gerade mit dem Endpunkt programmiert sind, wie im ersten Format angegeben.

Der Startpunkt von N1 ist nicht bekannt

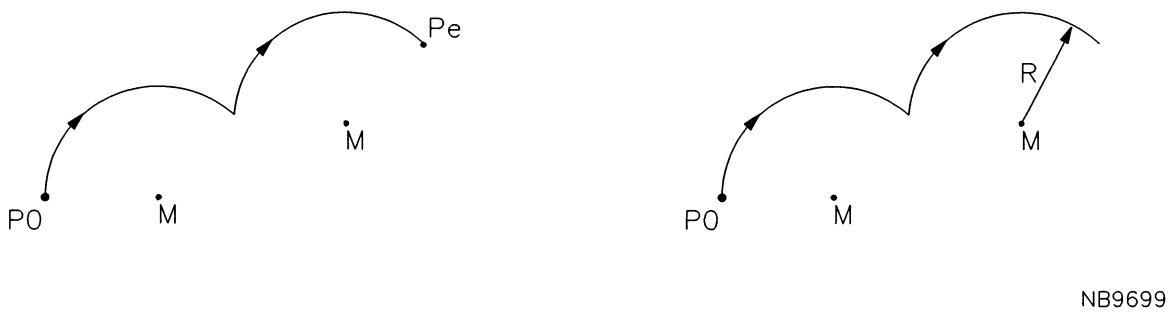
Wenn der Startpunkt von N1 nicht bekannt ist, müssen statt des Radiusses die Mittelpunktkoordinaten im Satz N1 programmiert werden. Der Satz sieht dann so aus:

N1 G2/G3 I.. J.. [Endpunkt]
N2 G3/G2 R..

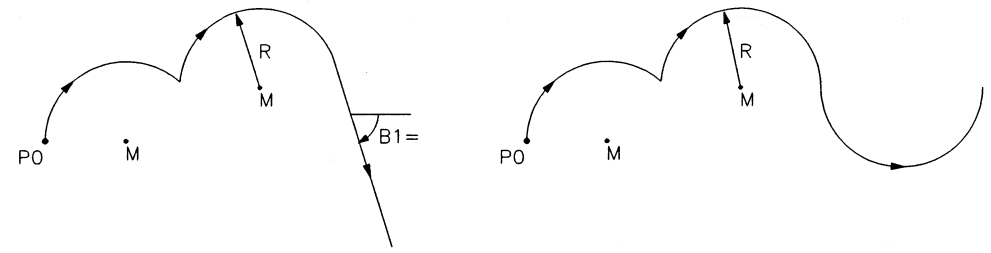
Die Formate von Satz N3 sind wie im Abschnitt mit bekanntem Startpunkt.

SCHNITTPUNKT KREIS-KREIS
Errechnen des Schnittpunktes zweier Kreise.

Der Startpunkt von N1 ist bekannt

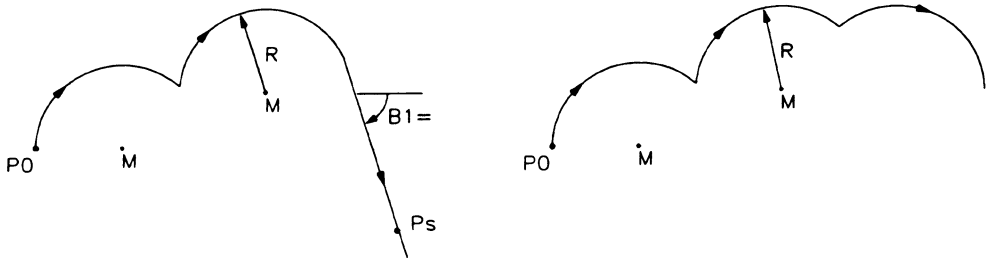


N1 G2/G3 I.. J.. J1=1/2
N2 G2/G3 I.. J.. X.. Y..
oder
N1 G2/G3 I.. J.. J1=1/2
N2 G2/G3 I.. J.. R..



NB9700

N1 G2/G3 I.. J.. J1=1/2
N2 G2/G3 I.. J.. R.. R1=0

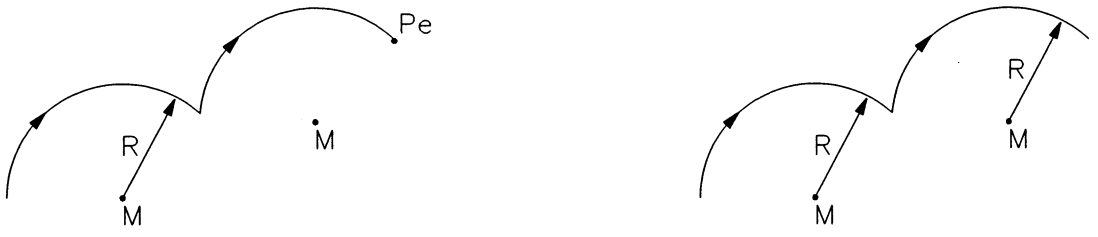


NB9701

N1 G2/G3 I.. J.. J1=1/2
N2 G2/G3 I.. J.. R.. J1=1/2

Der Startpunkt von N1 ist nicht bekannt

Wenn der Startpunkt von N1 nicht bekannt ist, muß der Radius (R-Wort) im Satz N1 mit programmiert werden. Der Satz sieht dann so aus:



NB9702

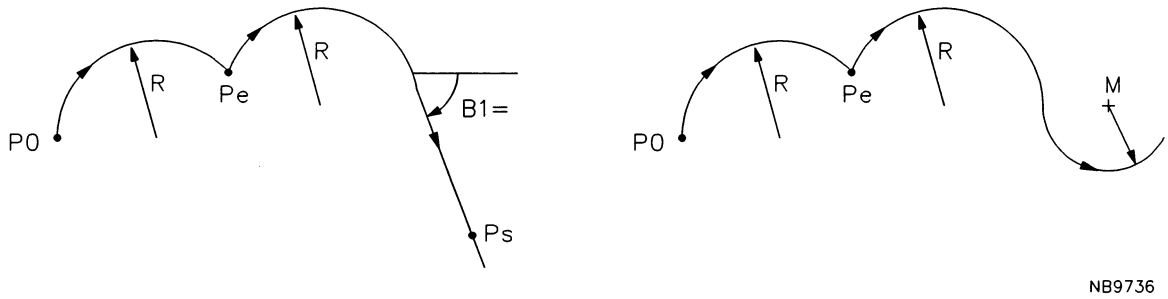
N1 G2/G3 I.. J.. R.. J1=1/2

Satz N2 bleibt unverändert.

SCHNITTPUNKT KREIS-KREIS ALS ENDPUNKT PROGRAMMIERT

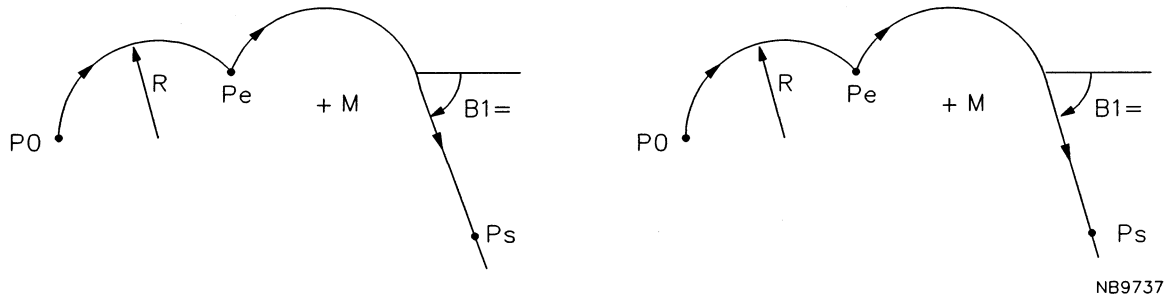
Manchmal ist der Schnittpunkt zweier Kreise in der Zeichnung angegeben und kann direkt programmiert werden. Es wird angenommen, daß dieser Punkt der Startpunkt für die nächste Bewegung ist. Die folgenden Formate sind möglich:

Der Startpunkt von N1 ist bekannt



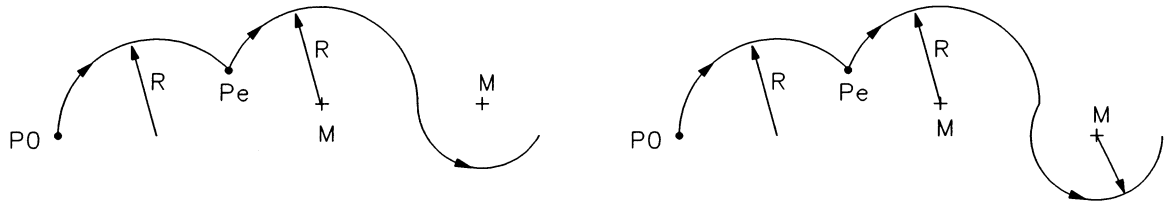
NB9736

N1 G2/G3 R.. [Endpunkt]
N2 G2/G3 R.. R1=0



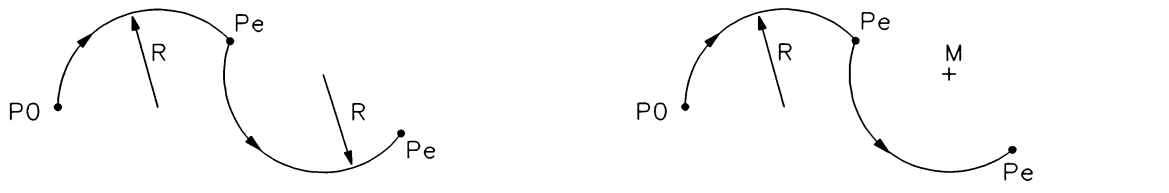
NB9737

N1 G2/G3 R.. [Endpunkt]
N2 G2/G3 I.. J.. {R1=0} {J1=1/2}



NB9738

N1 G2/G3 R.. [Endpunkt]
N2 G2/G3 I.. J.. R.. {R1=0} {J1=1/2}



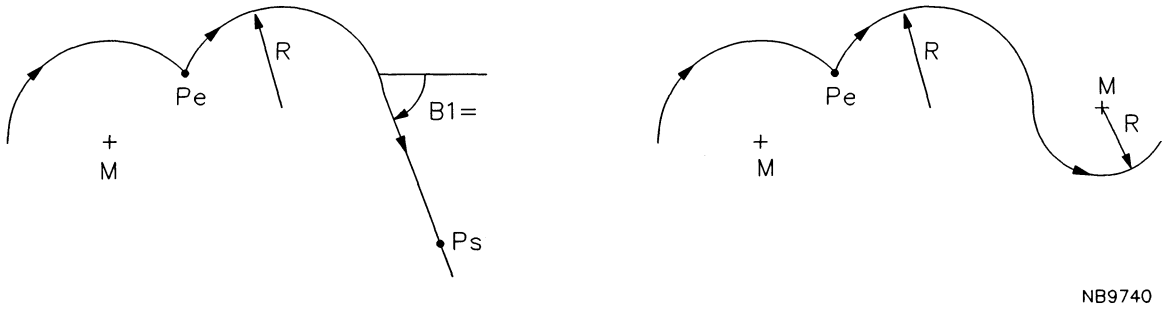
NB9739

N1 G2/G3 R.. [Endpunkt]
N2 G2/G3 R.. [Endpunkt]
oder
N1 G2/G3 R.. [Endpunkt]
N2 G2/G3 I.. J.. [Endpunkt]

Der Startpunkt von N1 ist nicht bekannt

Wenn der Startpunkt von N1 nicht bekannt ist, müssen statt des Radiusses die

Mittelpunktkoordinaten im Satz N1 programmiert werden. Der Satz sieht dann so aus:



NB9740

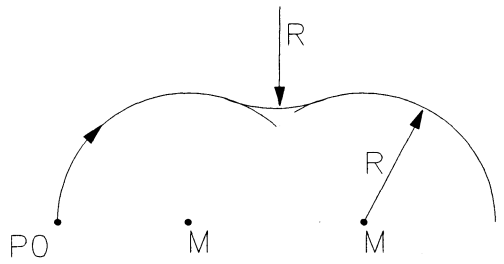
N1 G2/G3 I.. J.. [Endpunkt]

Der Satz N2 bleibt unverändert.

RUNDUNG AM SCHNITTPUNKT KREIS-KREIS
Einfügen einer Rundung am Schnittpunkt zweier Kreise.

Errechneter Schnittpunkt

Der Startpunkt von N1 ist bekannt



NB9703

N1 G2/G3 I.. J.. J1=1/2
N2 G3/G2 R..
N3 G2/G3 usw.

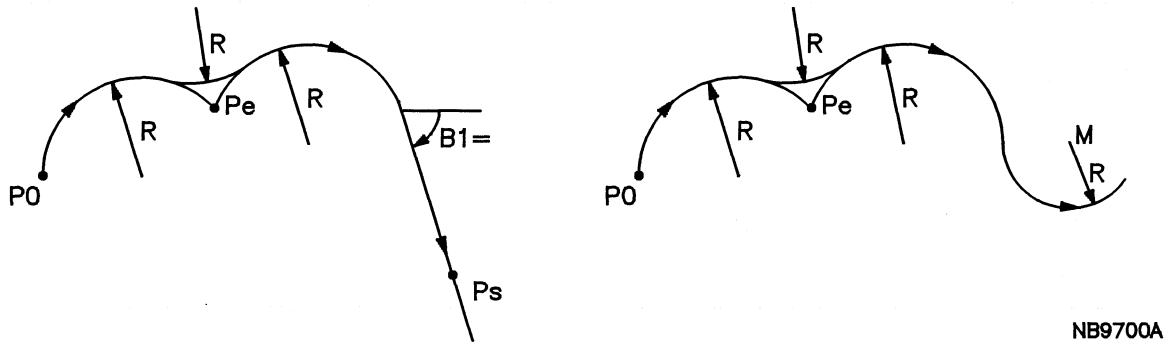
Die Formate von Satz N3 sind wie im Abschnitt über das Errechnen des Schnittpunktes.

Der Startpunkt von N1 ist nicht bekannt
Wenn der Startpunkt von N1 nicht bekannt ist, muß der Radius (R-Wort) im Satz N1 mit programmiert werden. Der Satz sieht dann so aus:
N1 G2/G3 I.. J.. R.. J1=1/2
N2 G3/G2 R..
N3 G2/G3 usw.

Die Formate von Satz N3 sind wie im Abschnitt mit dem bekannten Startpunkt.

Programmierter Schnittpunkt

Der Startpunkt von N1 ist bekannt



N1 G2/G3 R.. [Endpunkt]
N2 G3/G2 R..
N3 G2/G3 usw.

Die Formate von Satz N3 sind wie im Abschnitt über das Programmieren des Schnittpunktes.

Der Startpunkt von N1 ist nicht bekannt

Wenn der Startpunkt von N1 nicht bekannt ist, müssen statt des Radiusses die Mittelpunktkoordinaten im Satz N1 programmiert werden. Der Satz sieht dann so aus:

N1 G2/G3 I.. J.. [Endpunkt]
N2 G3/G2 R..
N3 G2/G3 usw.

Die Formate von Satz N3 sind wie im Abschnitt mit bekanntem Startpunkt.

TANGENTENPUNKT

TANGENTENPUNKTANZEIGER (R1=)

Das Wort R1=0 dient zur Angabe, daß ein bestimmtes Geometrieelement am nächsten Element tangiert (Verbindungskreise bleiben außer Betracht), also:

- Gerade tangiert an Kreis
- Kreis tangiert an Gerade
- Kreis tangiert an Kreis

Das Wort R1=0 wird im Satz mit dem ersten Element geschrieben.

Der Tangentenpunkt wird so ausgewählt, daß die Werkzeugbahn kontinuierlich ist, d.h. das Werkzeug bewegt sich nicht rückwärts.

TANGENTENPUNKT GERADE-KREIS
Errechnen des Tangentenpunktes einer Geraden und eines Kreises.

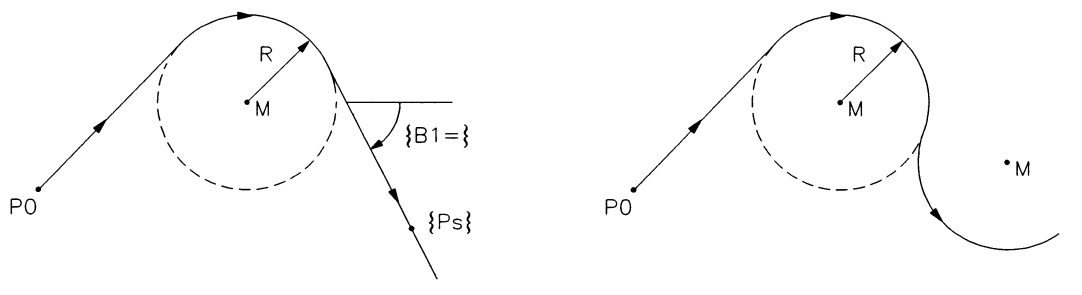
Wenn der Startpunkt für die Gerade bekannt ist, so ergeben sich zwei Möglichkeiten:

Nur der Startpunkt von N1 ist bekannt

Der Kreis wird mit den Koordinaten seines Mittelpunktes und dem Radius oder dem Endpunkt definiert. Für die Gerade und den Kreis können folgende Formate verwendet werden:

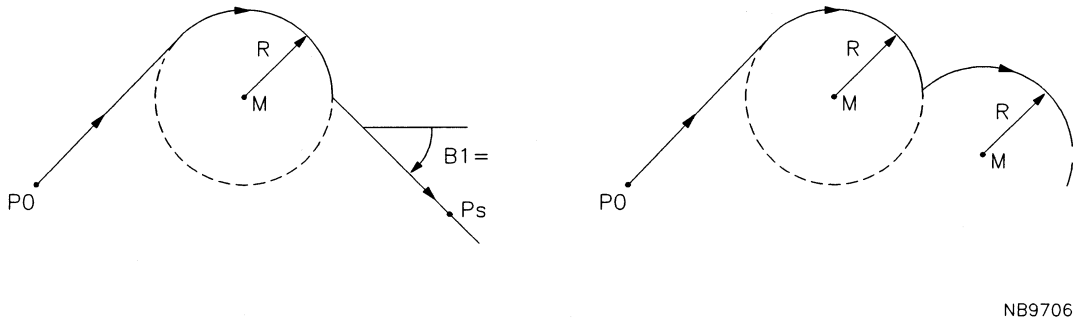
NB9704

N1 G1 R1=0
N2 G2/G3 I.. J.. X.. Y..
oder
N1 G1 R1=0
N2 G2/G3 I.. J.. R..



NB9705

N1 G1 R1=0
N2 G2/G3 I.. J.. R.. R1=0

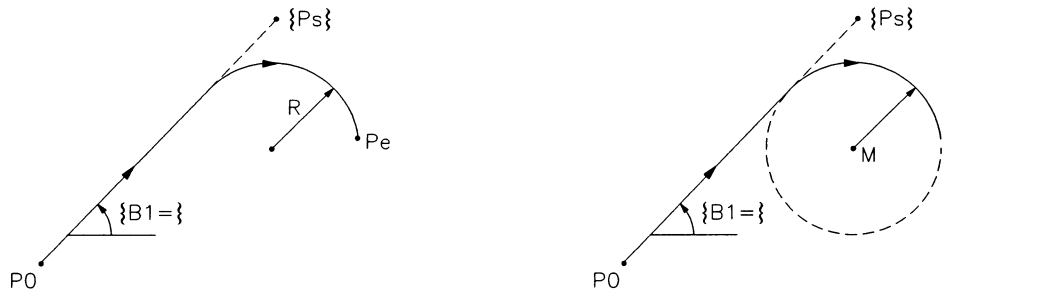


NB9706

N1 G1 R1=0
N2 G2/G3 I.. J.. R.. J1=1/2

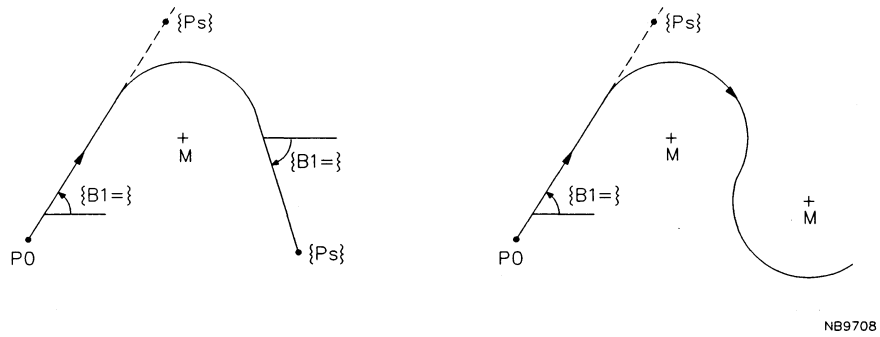
Der Startpunkt von N1 und der Winkel mit der Achse oder ein Hilfspunkt auf der Geraden sind bekannt

Vom Kreis in Satz N2 müssen entweder der Radius oder die Mittelpunktkoordinaten durch die Steuerung errechnet werden. In diesem Fall sind folgende Formate vorgesehen:

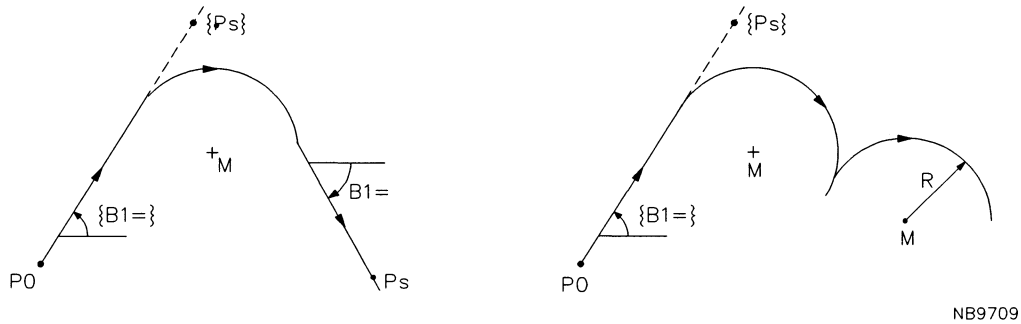


NB9707

N1 G1 R1=0 B1=...
N2 G2/G3 R.. X.. Y..
oder
N1 G1 R1=0 B1=...
N2 G2/G3 I.. J..
oder
N1 G1 R1=0 X.. Y.. I1=0
N2 G2/G3 R.. X.. Y..
oder
N1 G1 R1=0 X.. Y.. I1=0
N2 G2/G3 I.. J..



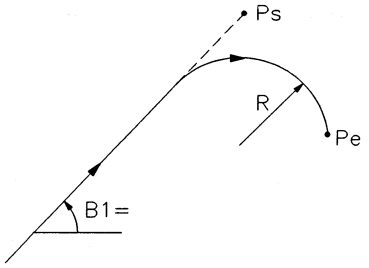
N1	G1	R1=0	B1=...		
N2	G2/G3	I..	J..	R1=0	
oder					
N1	G1	R1=0	X..	Y..	I1=0
N2	G2/G3	I..	J..	R1=0	

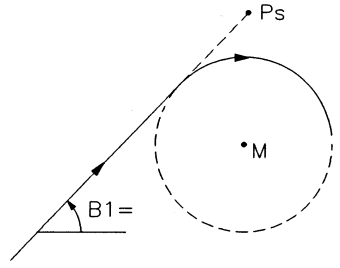


N1	G1	R1=0	B1=...		
N2	G2/G3	I..	J..	J1=1/2	
oder					
N1	G1	R1=0	X..	Y..	I1=0
N2	G2/G3	I.. J..	J1=1/2		

Der Startpunkt von N1 ist nicht bekannt

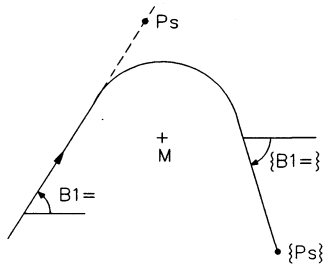
Wenn der Startpunkt für die Gerade nicht bekannt ist, muß der Winkel mit der Hauptachse und ein Hilfspunkt auf der Geraden programmiert werden. Für Satz N2 werden die Formate des zweiten Falls verwendet, also:

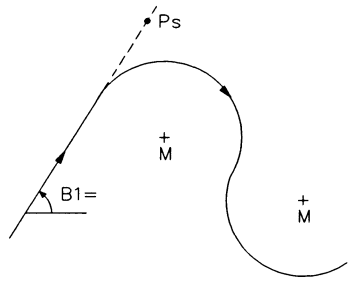




NB9710

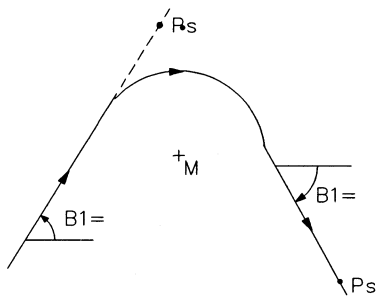
N1	G1	R1=0	B1=..	X..	Y..	I1=0	oder	I1=±..
N2	G2/G3	R..	X..	Y..				
oder								
N1	G1	R1=0	B1=..	X..	Y..	I1=0	oder	I1=±..
N2	G2/G3	I..	J..					

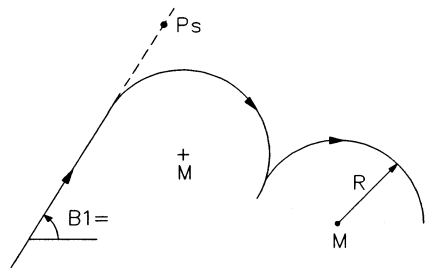




NB9711

N1	G1	R1=0	B1=..	X..	Y..	I1=0	oder	I1=±..
N2	G2/G3	I..	J..	R1=0				



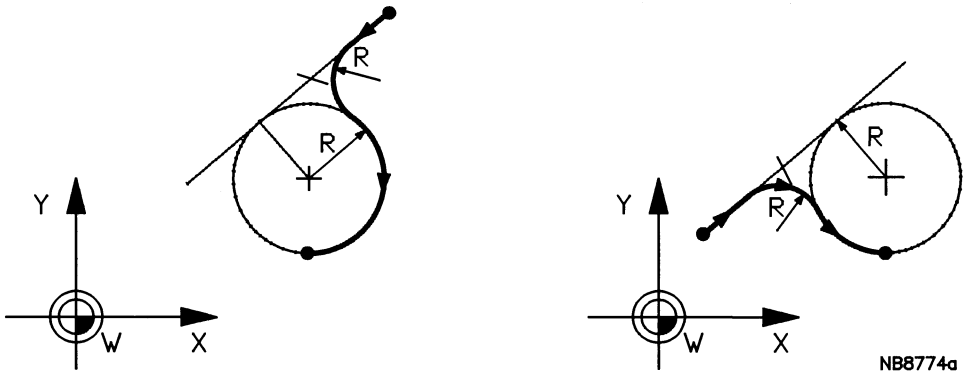


NB9712

N1	G1	R1=0	B1=..	X..	Y..	I1=0	oder	I1=±..
N2	G2/G3	I..	J..	J1=1/2				

KONTINUIERLICHER VERBINDUNGSKREIS AM TANGENTENPUNKT GERADE-KREIS
Einfügen eines Verbindungskreises am Tangentenpunkt einer Geraden und eines Kreises. Es ist nur ein Verbindungskreis möglich. Die Drehrichtungen auf dem Verbindungskreis und auf dem tangierenden Kreis sind entgegengesetzt.

Der Startpunkt von N1 ist bekannt



N1 G1 R1=0 {B1=..}
N2 G2/G3 R..
N3 G3/G2 usw.
oder
N1 G1 R1=0 {X.. Y.. I1=0}
N2 G2/G3 R..
N3 G3/G2 usw.

Die Formate von Satz N3 sind wie im Abschnitt mit bekanntem Startpunkt.

Der Startpunkt von N1 ist nicht bekannt

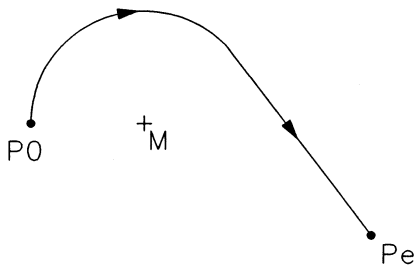
N1 G1 R1=0 B1=.. X.. Y.. I1=0 oder I1=..
N2 G2/G3 R..
N3 G3/G2 usw.

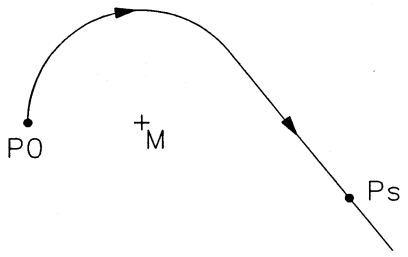
Die Formate von Satz N3 sind wie im Abschnitt mit nicht bekanntem Startpunkt.

TANGENTENPUNKT KREIS-GERADE

Errechnen des Tangentenpunkts eines Kreises und einer Geraden.

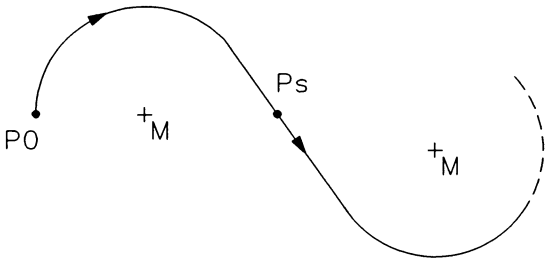
Der Startpunkt von N1 und der Endpunkt oder ein Hilfspunkt auf der Geraden sind bekannt

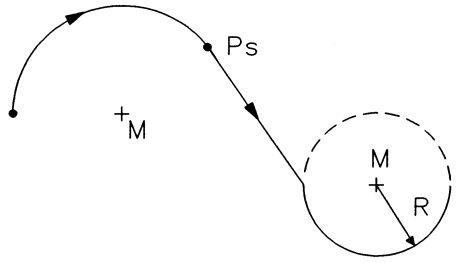




NB9713

```
N1   G2/G3 I.. J..  R1=0
N2   G1    X..     Y..
oder
N1   G2/G3 I.. J..  R1=0
N2   G1    X..     Y..     I1=0
```

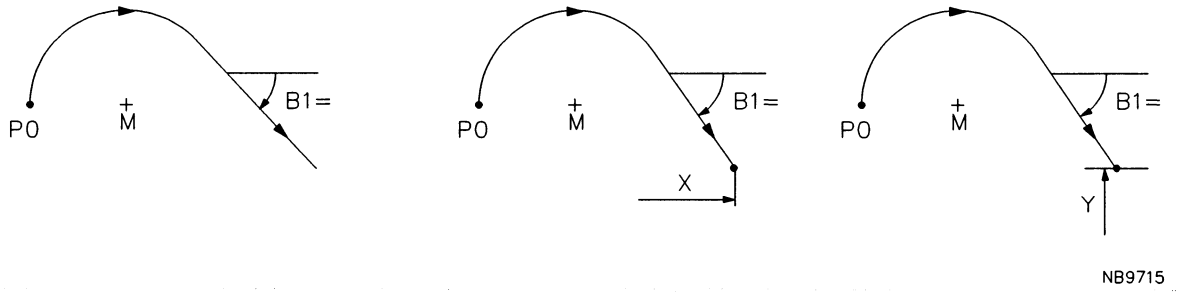




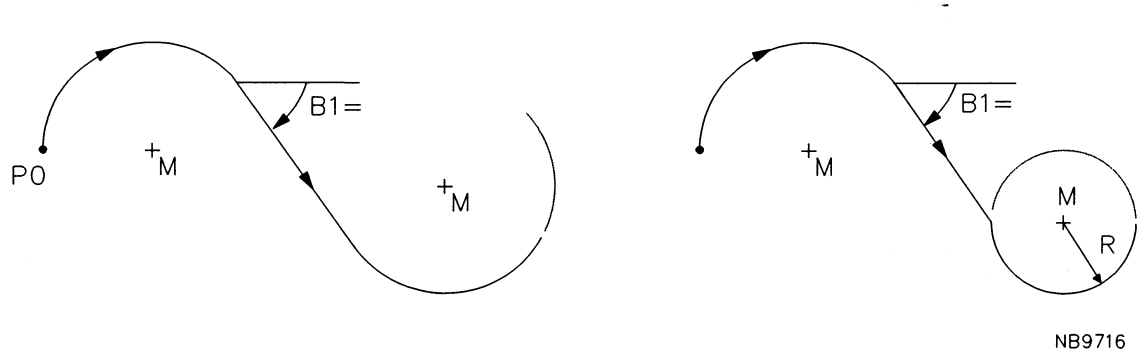
NB9714

```
N1   G2/G3    I..  J..   R1=0
N2   G1       X..  Y..   I1=0   R1=0
oder
N1   G2/G3    I..  J..   R1=0
N2   G1       X..  Y..   I1=0   J1=1/2
```

Der Startpunkt von N1 und der Winkel der die Gerade mit der Achse bildet sind bekannt

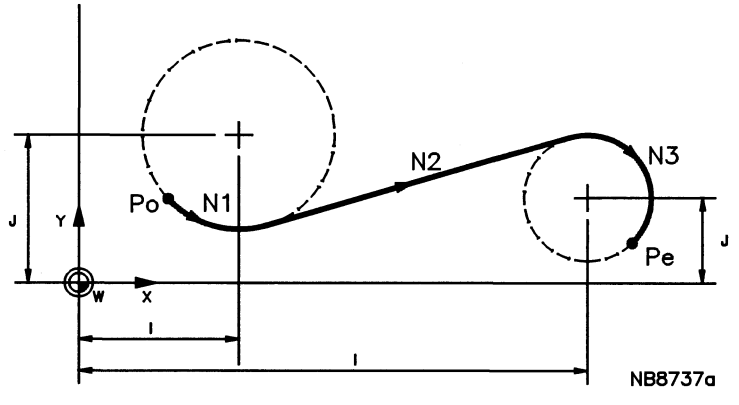



```
N1    G2/G3  I..        J..     R1=0
N2    G1     B1=..
oder
N1    G2/G3  I..        J..     R1=0
N2    G1     B1=..      X..
oder
N1    G2/G3  I..        J..     R1=0
N2    G1     B1=..      Y..
```




```
N1   G2/G3 I..  J..   R1=0
N2   G1    B1=..      R1=0
oder
N1   G2/G3 I..  J..   R1=0
N2   G1    B1=..      J1=1/2
```

Gemeinsame Tangente an zwei Kreisen

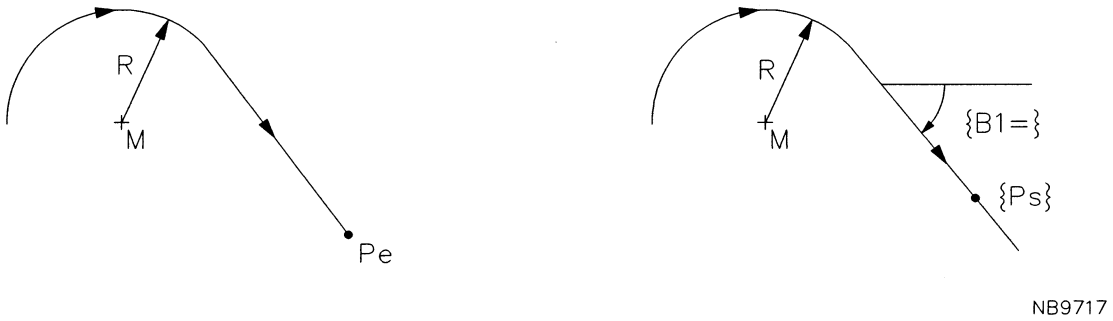



```
N1   G2/G3 I..        J..     R1=0
```

```
N2  G1     R1=0
N3  G2/G3  I..     J..     R..
oder
N1  G2/G3  I..     J..     R1=0
N2  G1     R1=0
N3  G2/G3  I..     J..     X..     Y..
```

Der Startpunkt von N1 ist nicht bekannt

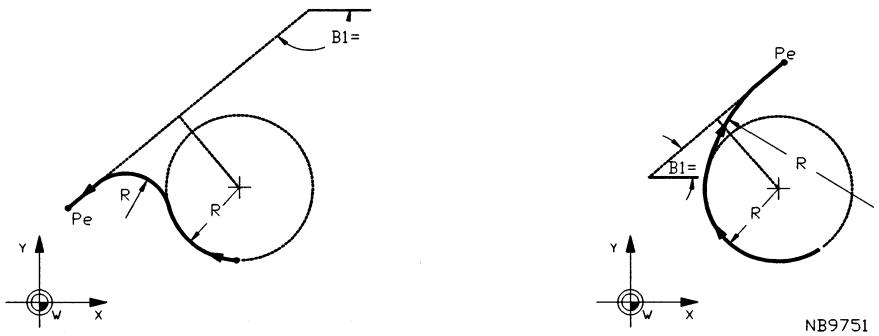
Wenn der Startpunkt nicht bekannt ist, muß der Radius (R-Wort) im Satz N1 mit programmiert werden. Der Satz sieht dann so aus:




```
N1  G2/G3  I..     J..     R..     R1=0
```

Die weiteren Sätze bleiben unverändert.

KONTINUIERLICHER VERBINDUNGSKREIS AM TANGENTENPUNKT KREIS-GERADE
Einfügen eines Verbindungskreises am Tangentenpunkt eines Kreises und einer Geraden. Es ist nur ein Verbindungskreis möglich. Die Drehrichtungen auf dem Verbindungskreises und auf dem tangierenden Kreis sind entgegengesetzt.



Der Startpunkt von N1 ist bekannt

```
N1  G2/G3  I..  J..  R1=0
N2  G3/G2  R..
N3  G1     usw.
```

Die Formate von Satz N3 sind wie in den vorherigen Abschnitten mit bekanntem Startpunkt.

Der Startpunkt von N1 ist nicht bekannt

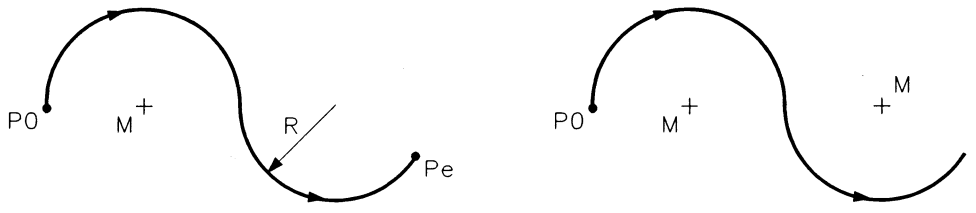
Wenn der Startpunkt nicht bekannt ist, muß der Radius (R-Wort) im Satz N1 mit programmiert werden. Der Satz sieht dann so aus:

```
N1  G2/G3 I.. J..  R..     R1=0
N2  G3/G2 R..
N3  G1    usw.
```

Die Formate von Satz N3 sind wie im Abschnitt mit nicht bekanntem Startpunkt.

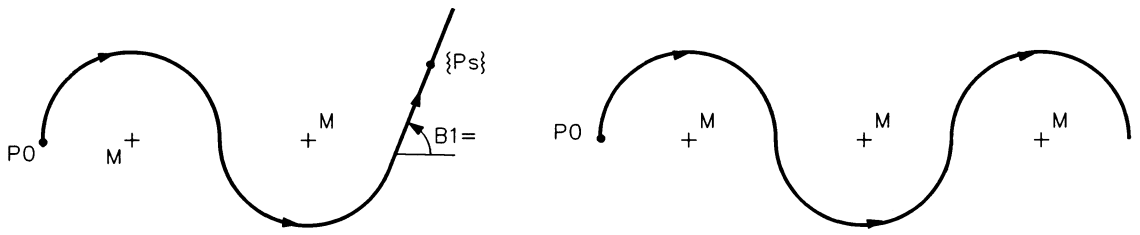
TANGENTENPUNKT KREIS-KREIS
Errechnen des Tangentenpunktes zweier Kreise.

Der Startpunkt von N1 ist bekannt



NB9718

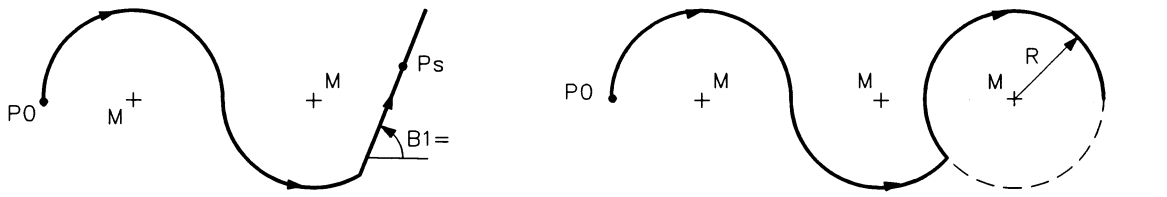
N1 G2/G3 I.. J.. R1=0
N2 G2/G3 R.. X.. Y..
oder
N1 G2/G3 I.. J.. R1=0
N2 G2/G3 I.. J..



NB9719

N1 G2/G3 I.. J.. R1=0
N2 G2/G3 I.. J.. R1=0

N1 G2/G3 I.. J.. R1=0
N2 G2/G3 I.. J.. J1=1/2



NB9720

Der Startpunkt von N1 ist nicht bekannt

Wenn der Startpunkt nicht bekannt ist, muß der Radius (R-Wort) im Satz N1 mit programmiert werden. Der Satz sieht dann so aus:

NB9721

N1 G2/G3 I.. J.. R.. R1=0

Die weiteren Sätze bleiben unverändert.

KONTINUIERLICHER VERBINDUNGSKREIS AM TANGENTENPUNKT KREIS-KREIS
Einfügen eines Verbindungskreises am Tangentenpunkt zweier miteinander tangierender Kreise. Der Verbindungskreis kann außen an den beiden Kreisen oder außen um die beiden Kreise liegen. Die Drehrichtung auf den drei Kreisen wird folgendermaßen programmiert:

1. Verbindungskreis tangiert außen an den beiden Kreisen

G2, G3, G2 oder G3, G2, G3

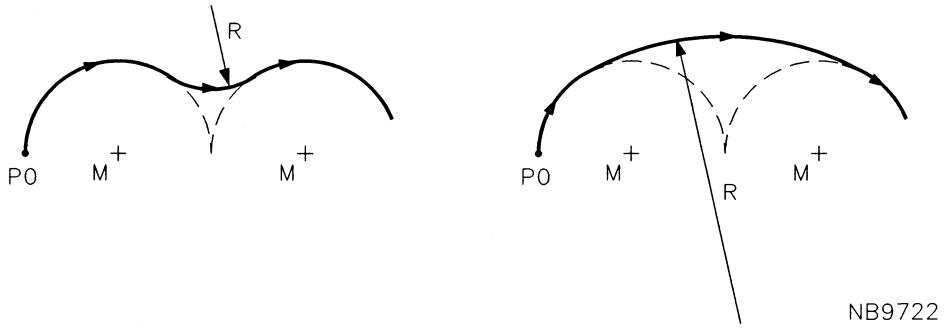
2. Verbindungskreis liegt außen um die beiden Kreisen

G2, G2, G2 oder G3, G3, G3

Für beide Fälle sind die folgenden Formate vorgesehen. Die richtige Kombination der Drehrichtungen auf den drei Kreisen muß der Programmierer bestimmen.

Der Startpunkt von N1 ist bekannt

N1 G2/G3 I.. J.. R1=0
N2 G3/G2 R..
N3 G2/G3 usw.



Die Formate von Satz N3 sind wie in den vorherigen Abschnitten mit bekanntem Schnittpunkt.

Der Startpunkt von N1 ist nicht bekannt

N1 G2/G3 I.. J.. R.. R1=0

Die weiteren Sätze bleiben unverändert.

KONTINUIERLICHER VERBINDUNGSKREIS ZWISCHEN ELEMENTEN DIE SICH NICHT SCHNEIDEN/TANGIEREN

GERADE UND KREIS

Einfügen eines Verbindungskreises zwischen einer Geraden und einem Kreis die sich nicht schneiden/tangieren. Es sind zwei Verbindungskreise möglich:

1. Verbindungskreis tangiert außen am Kreis

G1, G2, G3 oder G1, G3, G2

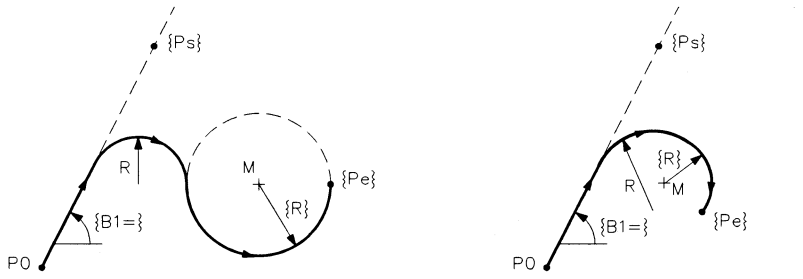
2. Verbindungskreis liegt außen um den Kreis

G1, G2, G2 oder G1, G3, G3

Für beide Fälle sind die folgenden Formate vorgesehen. Die richtige Kombination der Drehrichtungen auf den Kreisen muß der Programmierer bestimmen.

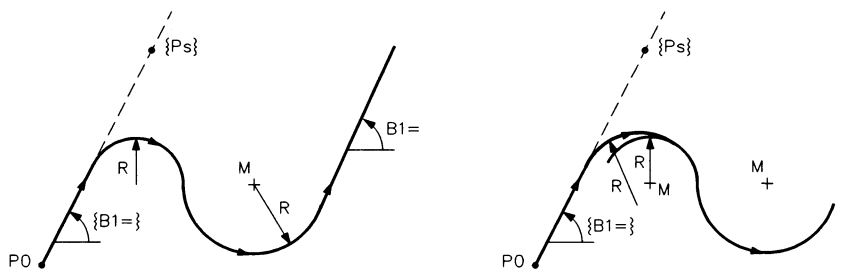
Der Startpunkt von N1 ist bekannt

N1 G1 B1=..
N2 G3/G2 R..
N3 G2/G3 I.. J.. X.. Y..
oder
N1 G1 B1=..



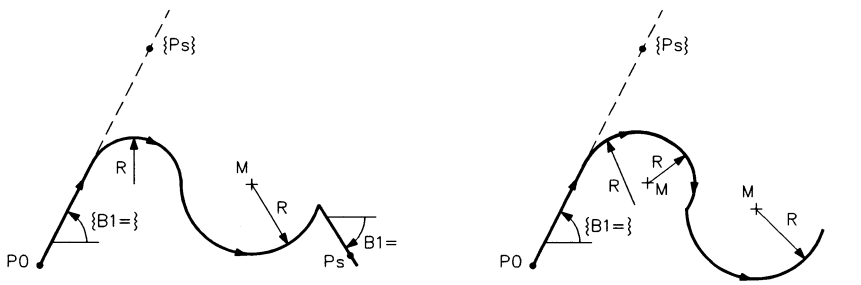
NB9723

N2 G3/G2 R..
N3 G2/G3 I.. J.. R..
oder
N1 G1 X.. Y.. I1=0
N2 G3/G2 R..
N3 G2/G3 I.. J.. X.. Y..
oder
N1 G1 X.. Y.. I1=0
N2 G3/G2 R..
N3 G2/G3 I.. J.. R..



NB9741

N1 G1 B1=..
N2 G3/G2 R..
N3 G2/G3 I.. J.. R.. R1=0
oder
N1 G1 X.. Y.. I1=0
N2 G3/G2 R..
N3 G2/G3 I.. J.. R.. R1=0



NB9742

```
N1  G1      B1=..
N2  G3/G2   R..
N3  G2/G3   I..  J..    R..    J1=1/2
oder
N1  G1      X..  Y..    I1=0
N2  G3/G2   R..
N3  G2/G3   I..  J..    R..    J1=1/2
```

Der Startpunkt von N1 ist nicht bekannt

```
N1  G1      B1=...  X..  Y..  I1=0 oder  I1=..
```

Die weiteren Sätze bleiben unverändert.

KREIS UND GERADE
Einfügen eines Verbindungskreises zwischen einem Kreis und einer Geraden die sich nicht schneiden/tangieren. Es sind zwei Verbindungskreise möglich:

1. Verbindungskreis tangiert außen am Kreis

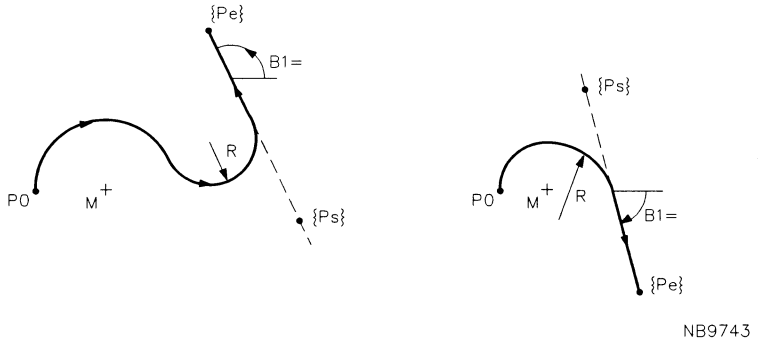
G2, G3, G1 oder G3, G2, G1

2. Verbindungskreis liegt außen um den Kreis

G2, G2, G1 oder G3, G3, G1

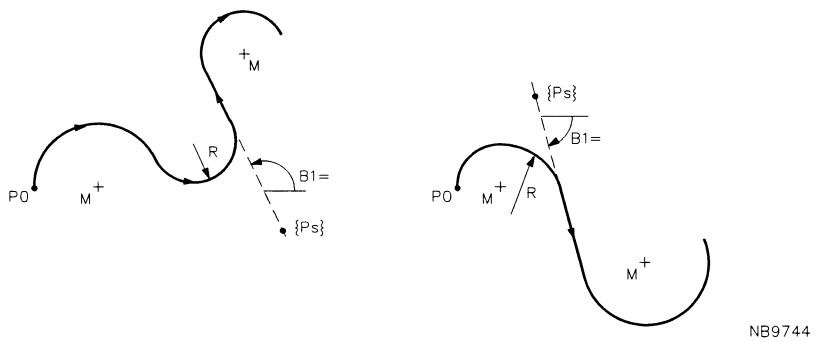
Für beide Fälle sind die folgenden Formate vorgesehen. Die richtige Kombination der Drehrichtungen auf den Kreisen muß der Programmierer bestimmen.

Der Startpunkt von N1 ist bekannt



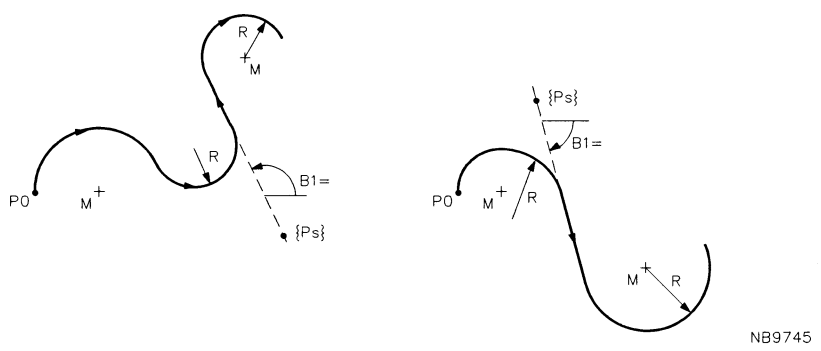
NB9743

N1 G2/G3 I.. J..
N2 G3/G2 R..
N3 G1 B1=.. X.. Y..
oder
N1 G2/G3 I.. J..
N2 G3/G2 R..
N3 G1 B1=.. X.. Y.. I1=0



NB9744

N1 G2/G3 I.. J..
N2 G3/G2 R..
N3 G1 B1=.. X.. Y.. I1=0 R1=0



NB9745

N1 G2/G3 I.. J..
N2 G3/G2 R..
N3 G1 B1=.. X.. Y.. I1=0 J1=1/2

Der Startpunkt von N1 ist nicht bekannt

N1 G2/G3 I.. J.. R..

Die weiteren Sätze bleiben unverändert.

ZWEI KREISE NEBENEINANDER
Einfügen eines Verbindungskreises zwischen zwei nebeneinander liegenden Kreisen die sich nicht schneiden/tangieren. Die Drehrichtung auf den drei Kreisen gibt den Typ des Verbindungskreises an.

1. Verbindungskreis tangiert außen an den beiden Kreisen

   G2, G3, G2 oder G3, G2, G3

2. Verbindungskreis liegt außen um die beiden Kreisen

   G2, G2, G2 oder G3, G3, G3

3. Verbindungskreis tangiert außen am ersten Kreis und liegt außen um den zweiten Kreis

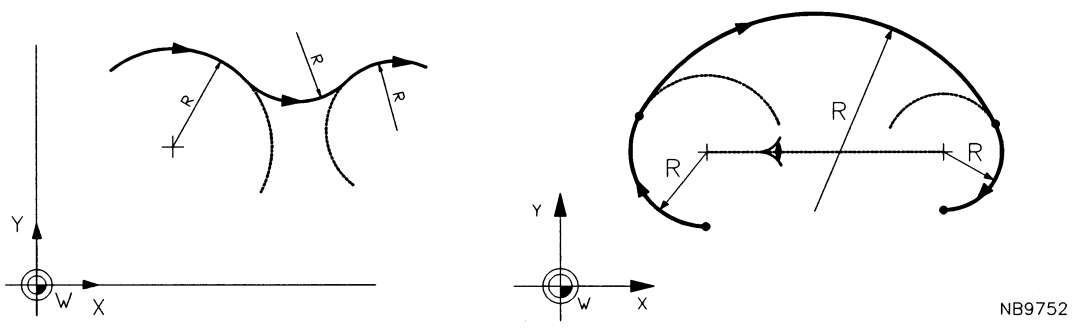
   G2, G3, G3 oder G3, G2, G2

4. Verbindungskreis liegt außen um den ersten Kreis und tangiert außen am zweiten Kreis

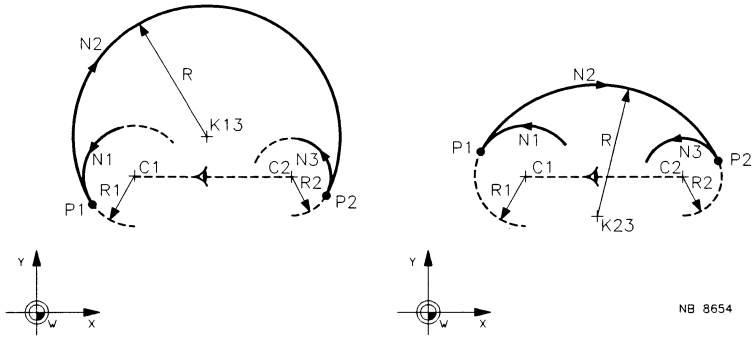
   G2, G2, G3 oder G3, G3, G2

Für sämtliche Fälle sind die folgenden Formate vorgesehen. Jede Kombination der Drehrichtungen auf den drei Kreisen ist möglich.

Der Startpunkt von N1 ist bekannt



N1 G2/G3 I.. J..
N2 G3/G2 R..
N3 G2/G3 I.. J.. X.. Y..



oder
N1 G2/G3 I.. J..
N2 G3/G2 R..
N3 G2/G3 I.. J.. R.. {R1=0} {J1=1/2}

Der Startpunkt von N1 ist nicht bekannt

N1 G2/G3 I.. J.. R..

Die weiteren Sätze bleiben unverändert.

EIN KREIS INNERHALB EINES ANDEREN
Einfügen eines Verbindungskreises zwischen zwei Kreisen von denen einer innerhalb des anderen liegt und die sich nicht schneiden/tangieren. Die Drehrichtung auf den drei Kreisen gibt den Typ des Verbindungskreises an.

1. Verbindungskreis tangiert außen am Innenkreis

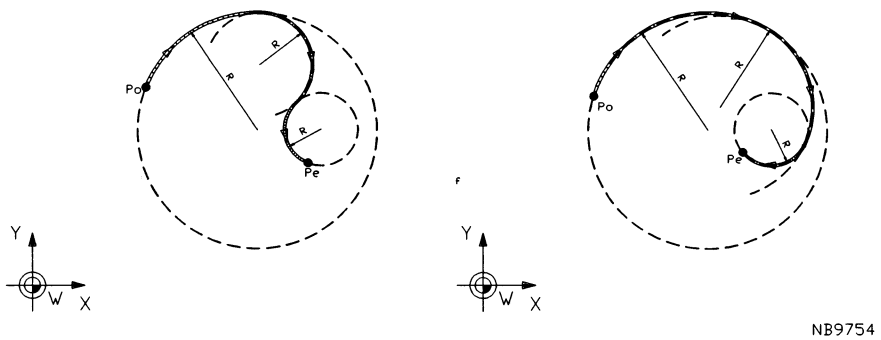
   G2, G2, G3 oder G3, G3, G2

2. Verbindungskreis liegt um den Innenkreis

   G2, G2, G2 oder G3, G3, G3

Für beide Fälle sind die folgenden Formate vorgesehen:

Der Startpunkt von N1 ist bekannt



N1 G2/G3 I.. J..
N2 G2/G3 R..
N3 G2/G3 I.. J.. X.. Y..
oder
N1 G2/G3 I.. J..

N2 G2/G3 R..
N3 G2/G3 I.. J.. R.. {R1=0} {J1=1/2}

Der Startpunkt von N1 ist nicht bekannt

N1 G2/G3 I.. J.. R..

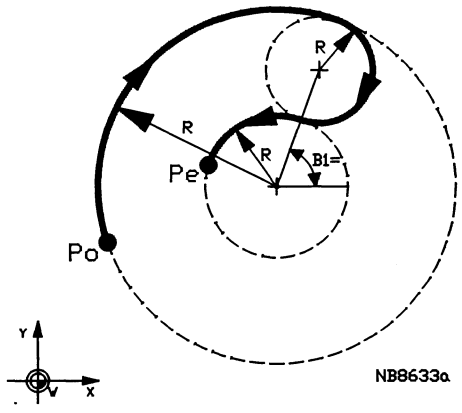
Die weiteren Sätze bleiben unverändert.

KONZENTRISCHE KREISE
Zwei konzentrische Kreise sind ein Sonderfall von EIN KREIS INNERHALB EINES ANDEREN. Hier fallen die Mittelpunkte beider Kreise zusammen, so daß eine zusätzliche Information programmiert werden muß, damit die Steuerung den Verbindungskreis errechnen kann.

Mit dem Wort B1=.. wird der Winkel angegeben, der die Gerade durch den Kreismittelpunkt der konzentrischen Kreise und des Verbindungskreises mit der Hauptachse bildet. Diese zusätzliche Information wird in den Satz mit dem Verbindungskreis eingebunden.

Für beide Fälle sind die folgenden Formate vorgesehen:

Der Startpunkt von N1 und der Radius des Verbindungskreises sind bekannt.



N1 G2/G3 I.. J..
N2 G2/G3 R.. B1=..
N3 G2/G3 I.. J.. {R1=0} {J1=1/2}

Der Startpunkt von N1 und der Radius des zweiten Kreises sind bekannt

In diesem Fall wird der Radius des Verbindungskreises durch die Steuerung berechnet.

N1 G2/G3 I.. J..
N2 G2/G3 B1=..
N3 G2/G3 I.. J.. X.. Y..
oder
N1 G2/G3 I.. J..
N2 G2/G3 B1=..
N3 G2/G3 I.. J.. R.. {R1=0} {J1=1/2}

Der Startpunkt von N1 ist nicht bekannt

N1 G2/G3 I.. J.. R..

Die weiteren Sätze bleiben unverändert.

GEOMETRIEBERECHNUNGEN BEI DISKONTINUIERLICHEN BEWEGUNGEN G64

INHALT DIESES ABSCHNITTS

RUNDUNG ODER VERBINDUNGSKREISANZEIGER (K1=)
RUNDUNG MIT SCHNITTPUNKTEN
RUNDUNG AM SCHNITTPUNKT GERADE-GERADE
RUNDUNG AM SCHNITTPUNKT GERADE-KREIS
RUNDUNG AM SCHNITTPUNKT KREIS-GERADE
RUNDUNG AM SCHNITTPUNKT KREIS-KREIS
TANGIERENDE GERADEN (R1=)
VERBINDUNGSKREIS AM TANGENTENPUNKT GERADE-KREIS ODER UMGEKEHRT
VERBINDUNGSKREIS ZWISCHEN EINER GERADEN UND EINEM KREIS DIE SICH NICHT SCHEIDEN/TANGIEREN
VERBINDUNGSKREIS ZWISCHEN ZWEI KREISEN DIE NEBENEINANDER LIEGEN
VERBINDUNGSKREIS ZWISCHEN ZWEI KREISEN VON DENEN EINER INNERHALB DES ANDEREN LIEGT
VERBINDUNGSKREIS BEI ZWEI KONZENTRISCHEN KREISEN

RUNDUNG ODER VERBINDUNGSKREISANZEIGER (K1=)

Mit einem speziellen Anzeiger (K1=) wird angegeben, welche Rundung bzw. welcher Verbindungskreis verwendet wird.

Für eine Rundung kann K1= den Zahlenwert 1, 2, 3 oder 4 aufweisen. Für die Bedeutung dieser Zahlenwerte siehe RUNDUNG MIT SCHNITTPUNKTEN. Wenn bei einer Rundung ein falscher Zahlenwert programmiert wird, so erfolgt eine Fehlermeldung.

Für einen Verbindungskreis besteht der Anzeiger K1= aus einer zweistelligen Zahl:

- die erste Stelle kann eine 1 oder 2 sein:
  =1 der linke Verbindungskreis
  =2 der rechte Verbindungskreis

- die zweite Stelle gibt den Verbindungskreis an:
  =0 bei einer Geraden die an einem Kreis tangiert, oder umgekehrt
  =0 oder 1 bei einer Geraden die einen Kreis nicht schneidet oder tangiert, oder umgekehrt
  =2 bis 7 bei Kreiselementen

Für die Bedeutung von "links" und "rechts" und der zweiten Stelle sei auf die betreffenden Abschnitte über das Programmieren eines Verbindungskreises verwiesen.

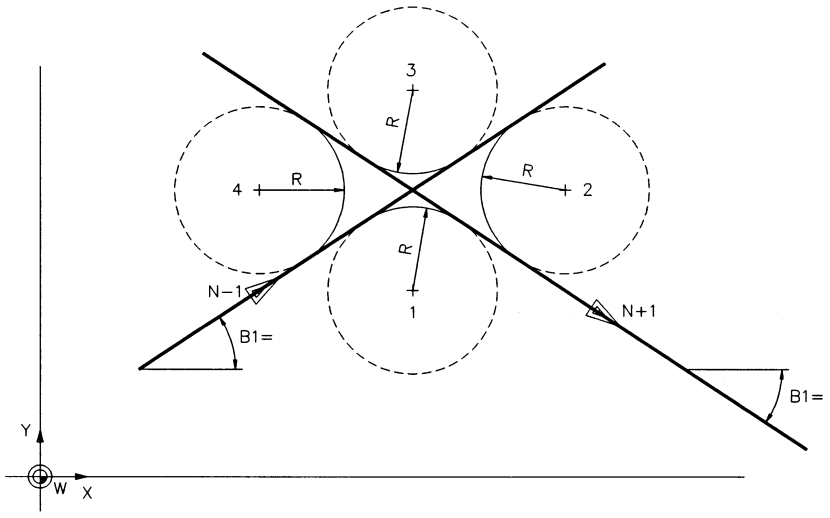
RUNDUNG BEI SCHNITTPUNKTEN

Zwischen zwei sich schneidenden Elementen kann eine Rundung eingefügt werden. Im allgemeinen sind vier Kreise möglich, die von 1 bis 4 numeriert und mit dem Wort K1= programmiert werden. Die Mittelpunkte der mit 1 und 2 numerierten Kreise liegen rechts vom ersten Geometrieelement, bei Blick in Richtung der Werkzeugbewegung.
Bei K1=2 oder K1=3 schneidet die Kontur sich selbst.

Hinweis: Wenn das Wort K1= nicht programmiert ist, so wird die Standardvorgabe K1=1 oder K1=4 verwendet, je nach der Bewegungsrichtung auf dem zweiten Element.

RUNDUNG AM SCHNITTPUNKT GERADE-GERADE

Einfügen einer Rundung am Schnittpunkt zweier Geraden. Die Drehrichtung der Rundung kann frei gewählt werden, d.h. G2 oder G3.



NB6946

Der Startpunkt von N1 ist bekannt

N1 G1 B1=..
N2 G2/G3 R.. K1=1/2/3/4
N3 G1 usw.

Für das Format der Sätze N1 und N3 sei auf den entsprechenden Abschnitt bei kontinuierlichen Bewegungen verwiesen.

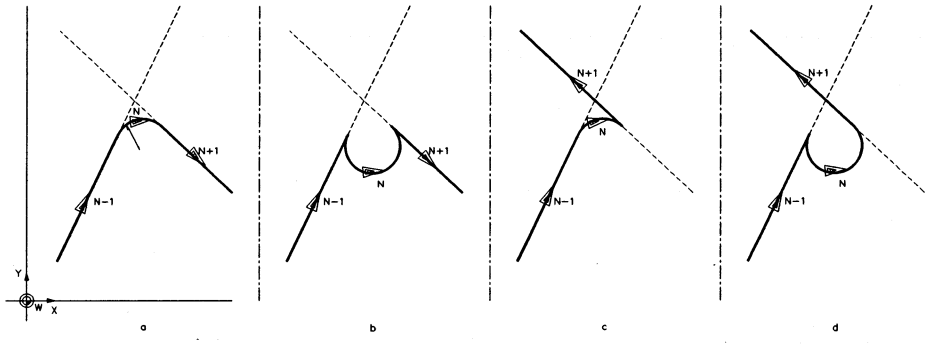
Der Startpunkt von N1 ist nicht bekannt

Wenn der Startpunkt von N1 nicht bekannt ist, so müssen im Satz N1 der Winkel und ein Hilfspunkt programmiert werden. Der Satz sieht dann so aus:

N1 G1 B1=.. X.. Y.. I1=0 oder I1=..
N2 G2/G3 R.. K1=1/2/3/4
N3 G1 usw.

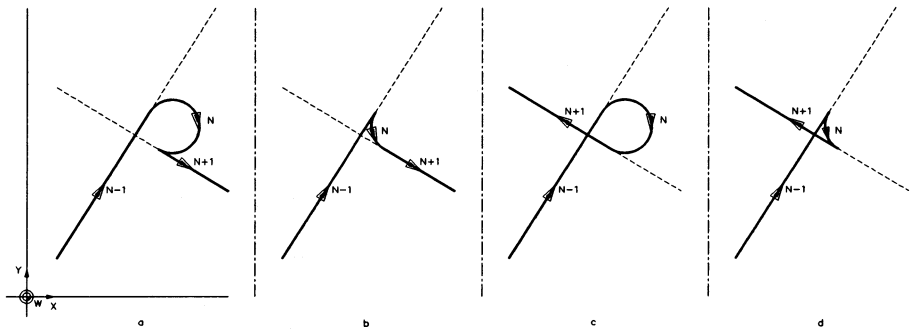
Für das Format der Sätze N1 und N3 sei auf den entsprechenden Abschnitt bei kontinuierlichen Bewegungen verwiesen.

Die nachfolgenden Bilder zeigen die möglichen Kreisverbindungen zwischen zwei Geraden.



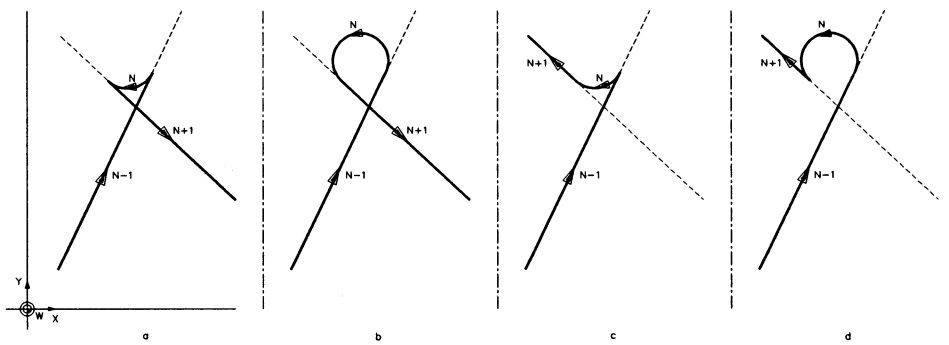
NB8056

Eine Kreisverbindung bei K1=1



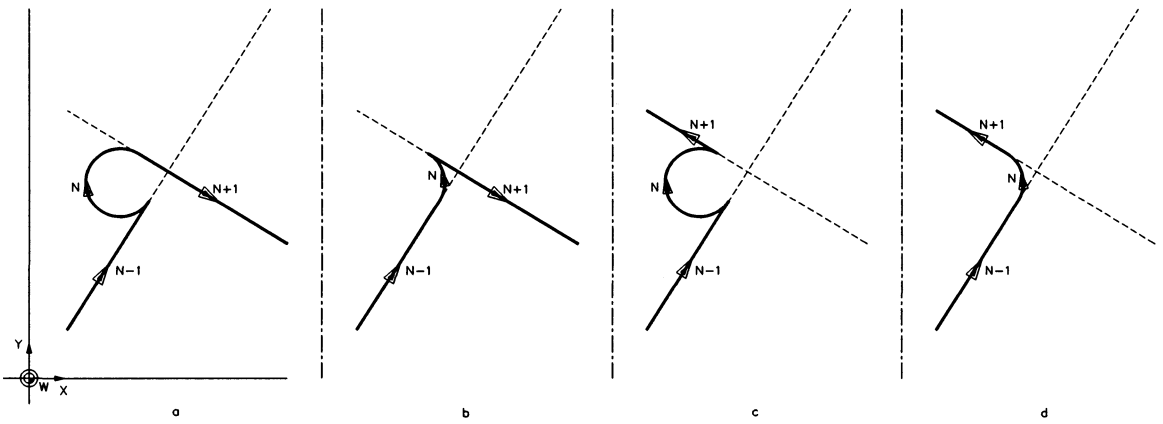
NB8057

Eine Kreisverbindung bei K1=2



NB8058

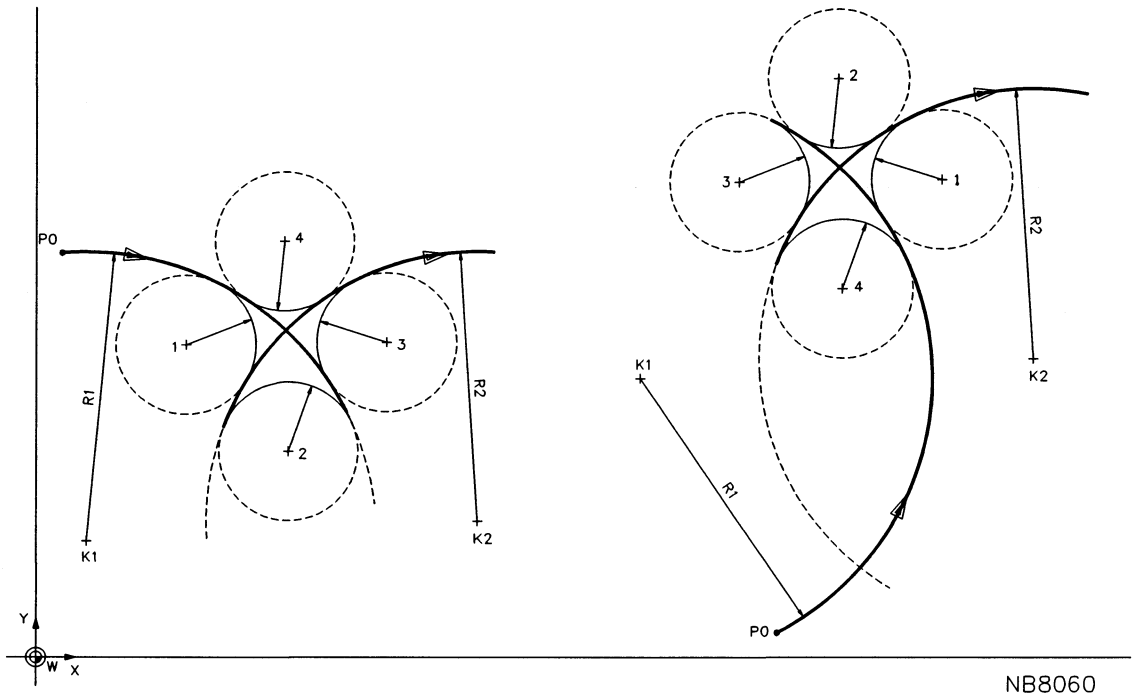
Eine Kreisverbindung bei K1=3



Eine Kreisverbindung bei K1=4

RUNDUNG AM SCHNITTPUNKT GERADE-KREIS

Einfügen einer Rundung am Schnittpunkt einer Geraden und eines Kreises. Die Drehrichtung der Rundung kann frei gewählt werden, d.h. G2 oder G3.



NB8060

Der Startpunkt von N1 ist bekannt

N1 G1 B1=.. J1=1/2
N2 G3/G2 R.. K1=1/2/3/4
N3 G2/G3 usw.

Der Startpunkt von N1 ist nicht bekannt

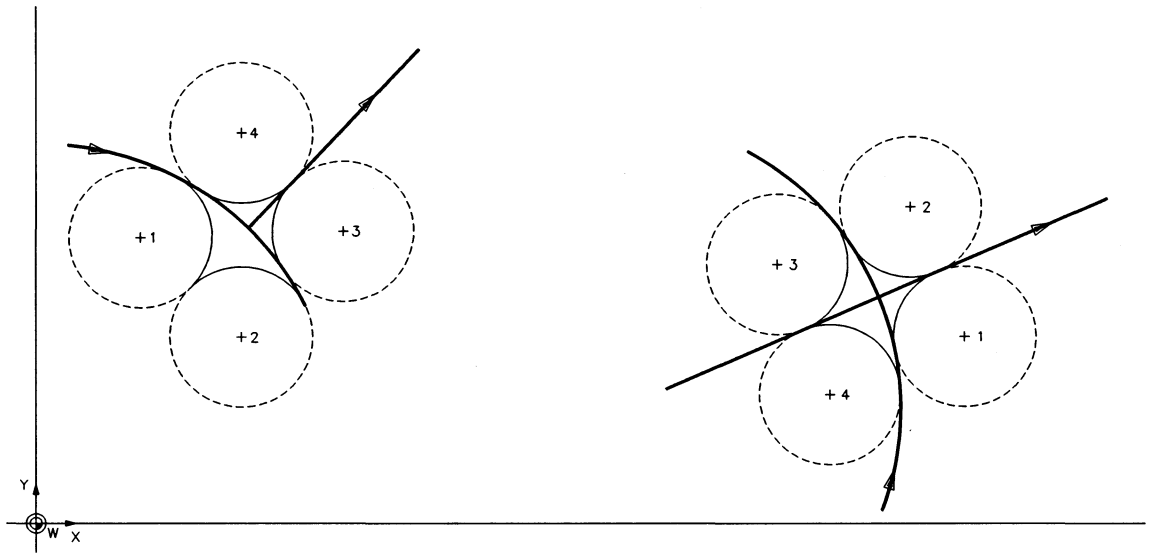
Wenn der Startpunkt von N1 nicht bekannt ist, so müssen im Satz N1 der Winkel und ein Hilfspunkt programmiert werden. Der Satz sieht dann so aus:

N1 G1 B1=.. X.. Y.. I1=0 oder I1=..± J1=1/2
N2 G3/G2 R.. K1=1/2/3/4
N3 G2/G3 usw.

Für das Format der Sätze N1 und N3 sei auf den entsprechenden Abschnitt bei kontinuierlichen Bewegungen verwiesen.

RUNDUNG AM SCHNITTPUNKT KREIS-GERADE

Einfügen einer Rundung am Schnittpunkt eines Kreises und einer Geraden. Die Drehrichtung der Rundung kann frei gewählt werden, d.h. G2 oder G3.



NB6910

Der Startpunkt von N1 ist bekannt

```
N1   G2/G3 I..     J..          J1=1/2
N2   G3/G2 R..               K1=1/2/3/4
N3   G1    usw.
```

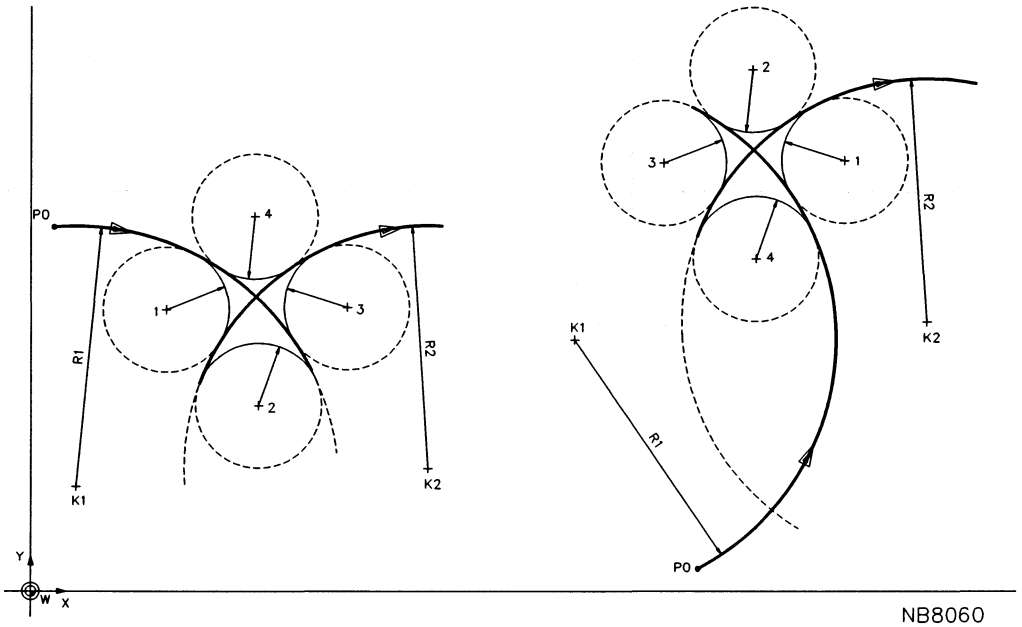
Der Startpunkt von N1 ist nicht bekannt

```
N1   G2/G3 I..     J..    R..   J1=1/2
N2   G3/G2 R..            K1=1/2/3/4
N3   G1    usw.
```

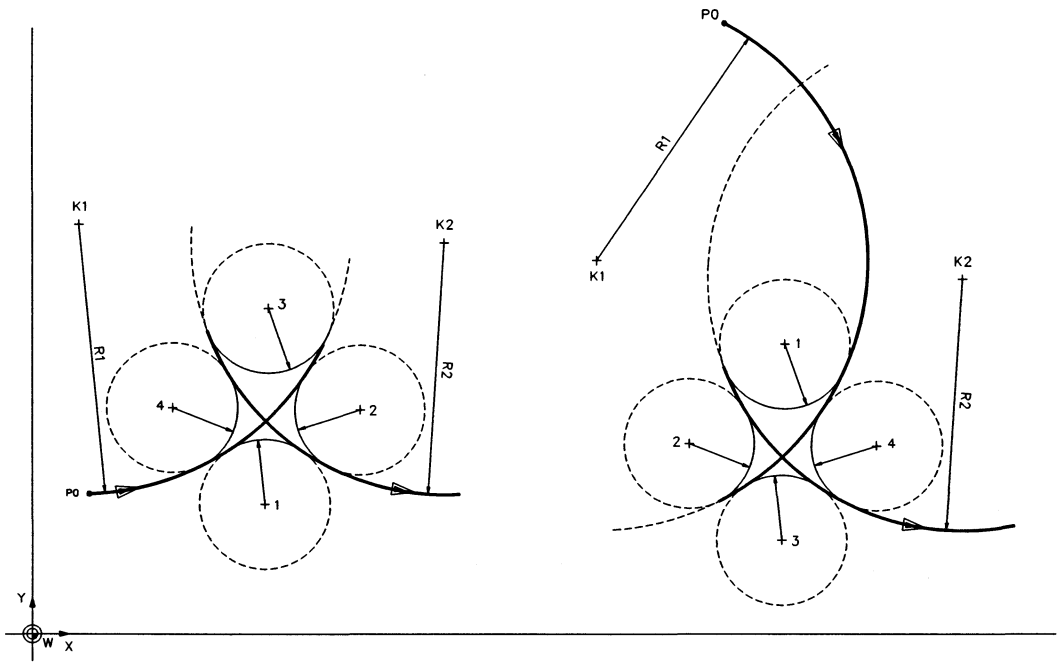
Für das Format der Sätze N1 und N3 sei auf den entsprechenden Abschnitt bei kontinuierlichen Bewegungen verwiesen.

RUNDUNG AM SCHNITTPUNKT KREIS-KREIS

Einfügen einer Rundung am Schnittpunkt zweier Kreise. Die Drehrichtung der Rundung kann frei gewählt werden, d.h. G2 oder G3.



NB8060



NB8061

Der Startpunkt von N1 ist bekannt

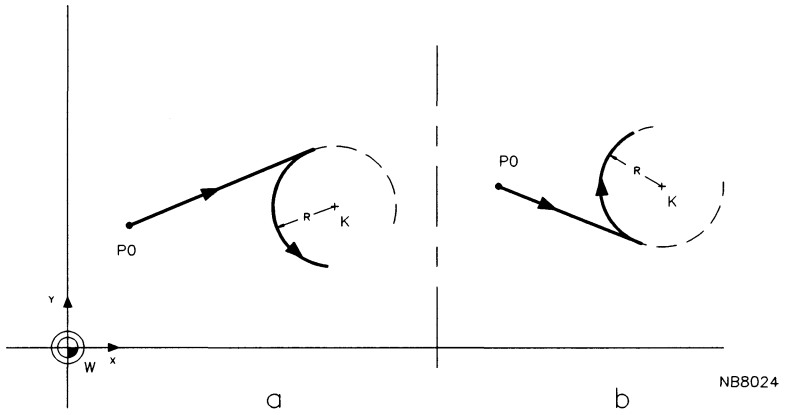
```
N1   G2/G3 I..      J..          J1=1/2
N2   G3/G2 R..           K1=1/2/3/4
N3   G2/G3 usw.
```

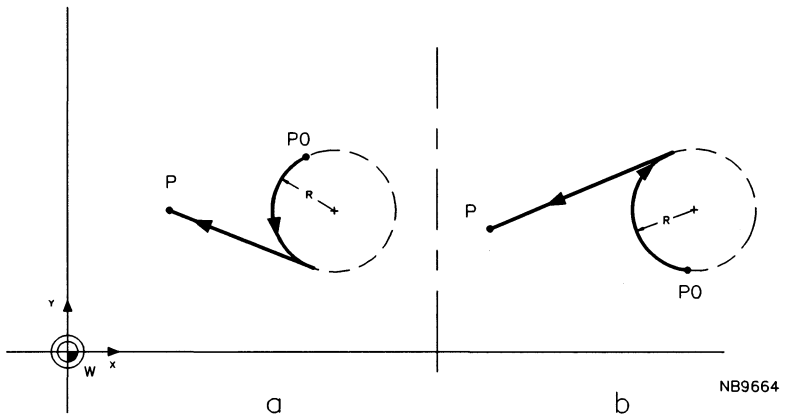
Der Startpunkt von N1 ist nicht bekannt

```
N1   G2/G3 I..      J..          R..          J1=1/2
N2   G3/G2 R..           K1=1/2/3/4
N3   G2/G3 usw.
```

Für das Format der Sätze N1 und N3 sei auf den entsprechenden Abschnitt bei kontinuierlichen Bewegungen verwiesen.

TANGIERENDE GERADEN (R1=)
Von einem Punkt aus können zwei Geraden gezogen werden, die an einen Kreis tangieren. Mit dem Wort R1= im Satz mit dem tangierenden Element wird angegeben, welche tangierende Gerade verwendet wird.
a. R1=1 : die linke tangierende Gerade
b. R1=2 : die rechte tangierende Gerade





Maßgebend für die Festlegung links und rechts ist:
- für eine Bewegung von der Geraden zum Kreis die Blickrichtung vom Startpunkt zum Mittelpunkt

- für eine Bewegung vom Kreis zur Geraden die Blickrichtung vom Mittelpunkt zum Endpunkt

R1=1 und R1=2 werden in der gleichen Weise programmiert wie R1=0 im entsprechenden Abschnitt bei kontinuierlichen Bewegungen.

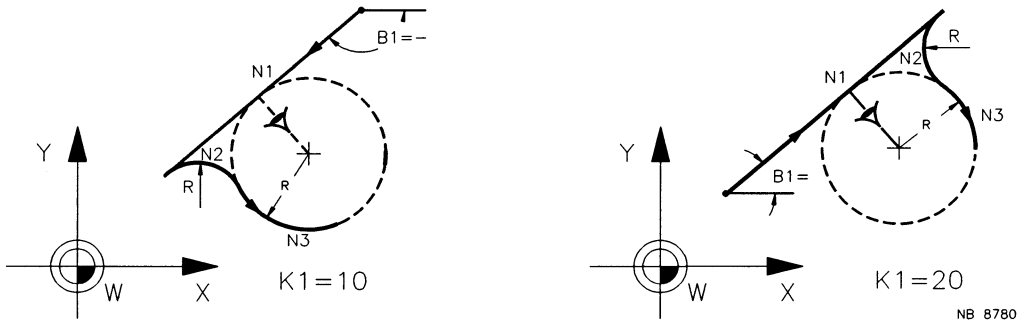
Hinweis: Bei R1=0 wird automatisch durch die CNC bestimmt, welche tangierende Gerade die kontinuierliche Bewegung beibehält, so daß das Werkzeug nicht in Rückwärtsrichtung fährt.

VERBINDUNGSKREIS AM TANGENTENPUNKT GERADE-KREIS ODER UMGEKEHRT
Wenn eine Gerade an einen Kreis tangiert, so sind zwei Verbindungskreise möglich, und zwar ein Kreis links von der Geraden durch den Kreismittelpunkt und senkrecht zur Geraden, der andere rechts von der Geraden.

Der linke Kreis wird mit dem Anzeiger K1=10 programmiert, der rechte mit K1=20.

Die Formate sind folgende:

Gerade tangiert an Kreis



Der Startpunkt von N1 ist bekannt

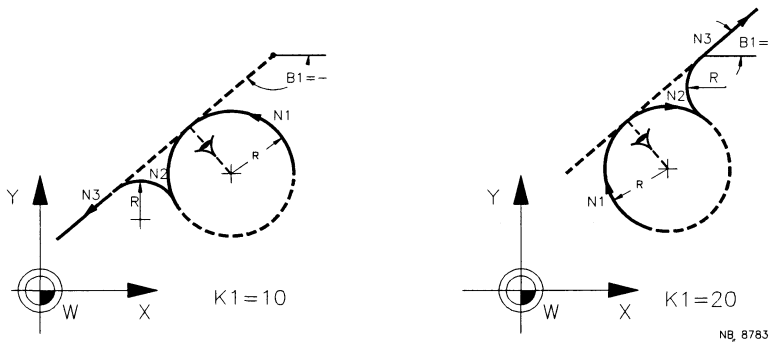
N1	G1	R1=1/2	
N2	G2/G3	R..	K1=10/20
N3	G2/G3	usw.	

Der Startpunkt von N1 ist nicht bekannt

N1	G1	B1=..	R1=1/2
N2	G2/G3	R..	K1=10/20
N3	G2/G3	usw.	

Für das Format der Sätze N1 und N3 sei auf den entsprechenden Abschnitt bei kontinuierlichen Bewegungen verwiesen.

Kreis tangiert an Gerade



Der Startpunkt von N1 ist bekannt

N1	G2/G3	I..	J..	R1=1/2
N2	G2/G3	R..	K1=10/20	
N3	G1	usw.		

Der Startpunkt von N1 ist nicht bekannt

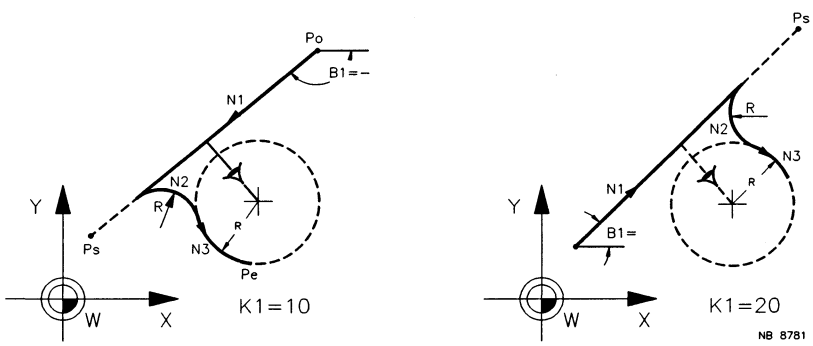
N1	G2/G3	I..	J..	R..	R1=1/2
N2	G2/G3	R..	K1=10/20		
N3	G1	usw.			

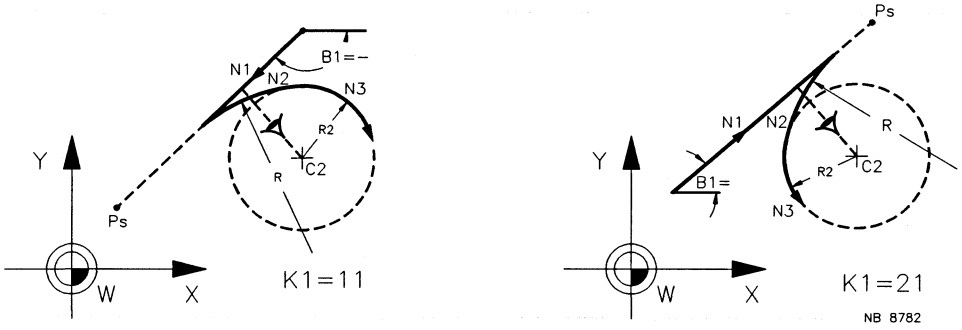
Für das Format der Sätze N1 und N3 sei auf den entsprechenden Abschnitt bei kontinuierlichen Bewegungen verwiesen.

VERBINDUNGSKREIS ZWISCHEN EINER GERADEN UND EINEM KREIS DIE SICH NICHT SCHNEIDEN/TANGIEREN
Wenn eine Gerade einen Kreis nicht schneidet/tangiert, so sind zwei Verbindungskreise möglich links von der Geraden durch den Mittelpunkt und senkrecht zur Geraden. Ähnliche Verbindungskreise lassen sich rechts von der Geraden anordnen.
Ein Kreis berührt den Kreis an der Außenseite. Der linke Kreis wird mit K1=10 programmiert, der gleiche Kreis rechts mit K1=20.
Der zweite Verbindungskreis liegt um den Kreis. In diesem Fall wird der linke Kreis mit K1=11 und der gleiche Kreis rechts mit K1=21 programmiert.

Die Formate sind folgende:

Gerade und Kreis





Der Startpunkt von N1 ist bekannt

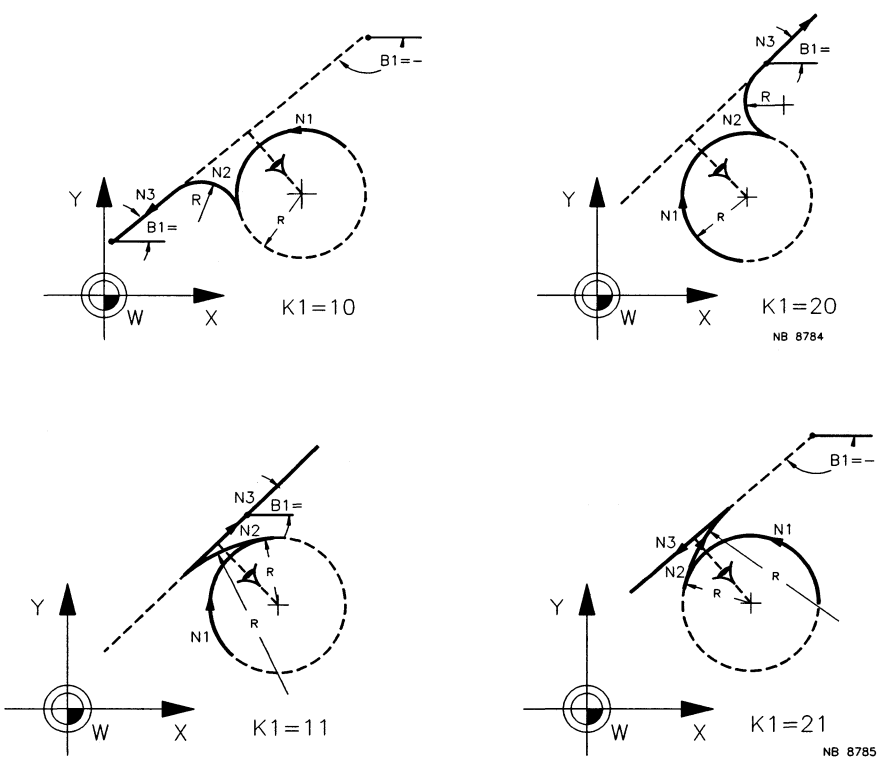
N1 G1 B1=.. {X.. Y.. I1=0}
N2 G2/G3 R.. K1=10/11 oder K1=20/21
N3 G2/G3 usw.

Der Startpunkt von N1 ist nicht bekannt

N1 G1 B1=.. X.. Y.. I1=0
N2 G2/G3 R.. K1=10/11 oder K1=20/21
N3 G2/G3 usw.

Für das Format der Sätze N1 und N3 sei auf den entsprechenden Abschnitt bei kontinuierlichen Bewegungen verwiesen.

Kreis und Gerade



Der Startpunkt von N1 ist bekannt

N1 G2/G3 I.. J.. R1=1/2
N2 G2/G3 R.. K1=10/11 oder K1=20/21
N3 G1 usw.

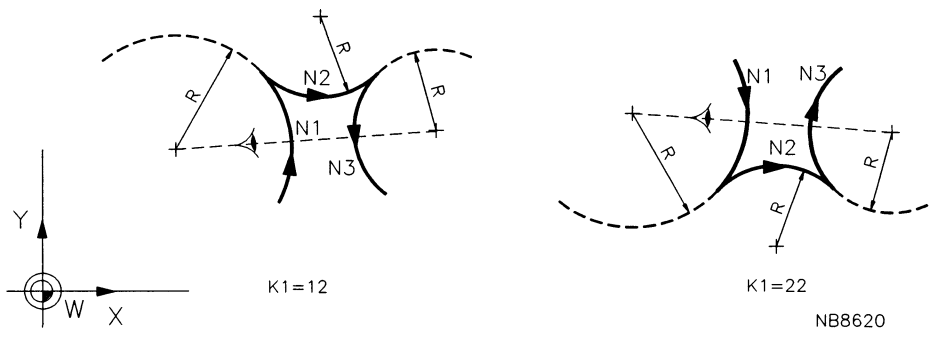
Der Startpunkt von N1 ist nicht bekannt

N1 G2/G3 I.. J.. R.. R1=1/2
N2 G2/G3 R.. K1=10/11 oder K1=20/21
N3 G1 usw.

Für das Format der Sätze N1 und N3 sei auf den entsprechenden Abschnitt bei kontinuierlichen Bewegungen verwiesen.

VERBINDUNGSKREIS ZWISCHEN ZWEI KREISEN DIE NEBENEINANDER LIEGEN
Bei zwei Kreisen die sich nicht schneiden/tangieren und nebeneinander liegen, lassen sich links von der Geraden durch die Mittelpunkte vier Verbindungskreise anordnen. Die ersten zwei sind auch möglich bei tangierenden Kreisen. Ähnliche Verbindungskreise lassen sich rechts von der Geraden durch die Mittelpunkte anordnen.

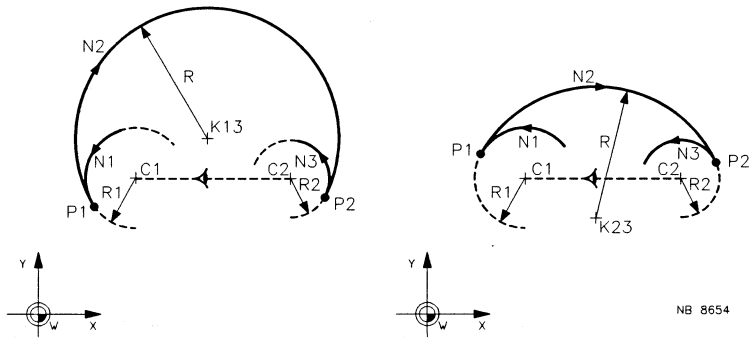
Das Wort K1=.. für einen Verbindungskreis außen an den beiden Kreisen lautet:



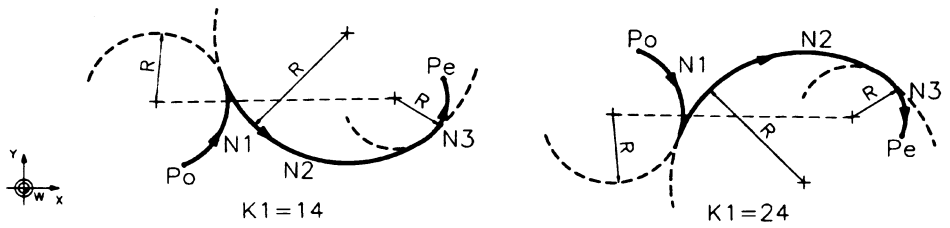
- für den linken Verbindungskreis : K1=12
- für den rechten Verbindungskreis : K1=22

Das Wort K1=.. für einen Verbindungskreis außen um die beiden Kreise lautet:

- für den linken Verbindungskreis : K1=13
- für den rechten Verbindungskreis : K1-23



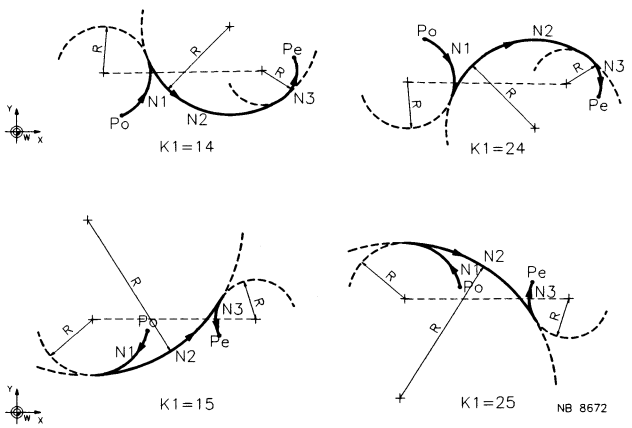
Das Wort K1= für einen Verbindungskreis außen am ersten Kreis lautet:



(NB8672)

- für den linken Verbindungskreis : K1=14
- für den rechten Verbindungskreis : K1=24

Das Wort K1= für einen Verbindungskreis außen um den ersten Kreis lautet:



- für den linken Verbindungskreis : K1=15
- für den rechten Verbindungskreis : K1=25

Hinweis: Die von der Steuerung verwendete Standardvorgabe für K1= hängt von der programmierten Bewegungsrichtung auf den drei Kreisen ab (G2 oder G3).

Die Formate sind folgende:

Der Startpunkt von N1 ist bekannt

N1 G2/G3 I.. J.. R1=1/2
N2 G2/G3 R.. K1=12/13/14/15 oder K1=22/23/24/25
N3 G2/G3 usw.

Der Startpunkt von N1 ist nicht bekannt

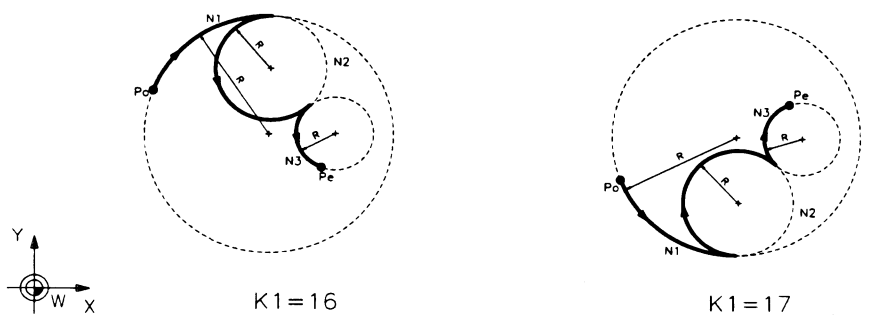
N1 G2/G3 I.. J.. R.. R1=1/2
N2 G2/G3 R.. K1=12/13/14/15 oder K1=22/23/24/25
N3 G2/G3 usw.

Für das Format der Sätze N1 und N3 sei auf den entsprechenden Abschnitt bei kontinuierlichen Bewegungen verwiesen.

VERBINDUNGSKREIS ZWISCHEN ZWEI KREISEN VON DENEN EINER INNERHALB DES ANDEREN LIEGT

Bei zwei Kreisen, von denen einer innerhalb des anderen liegt, lassen sich links von der Geraden durch die Mittelpunkte zwei Verbindungskreise anordnen. Ähnliche Verbindungskreise lassen sich rechts von der Geraden durch die Mittelpunkte anordnen.

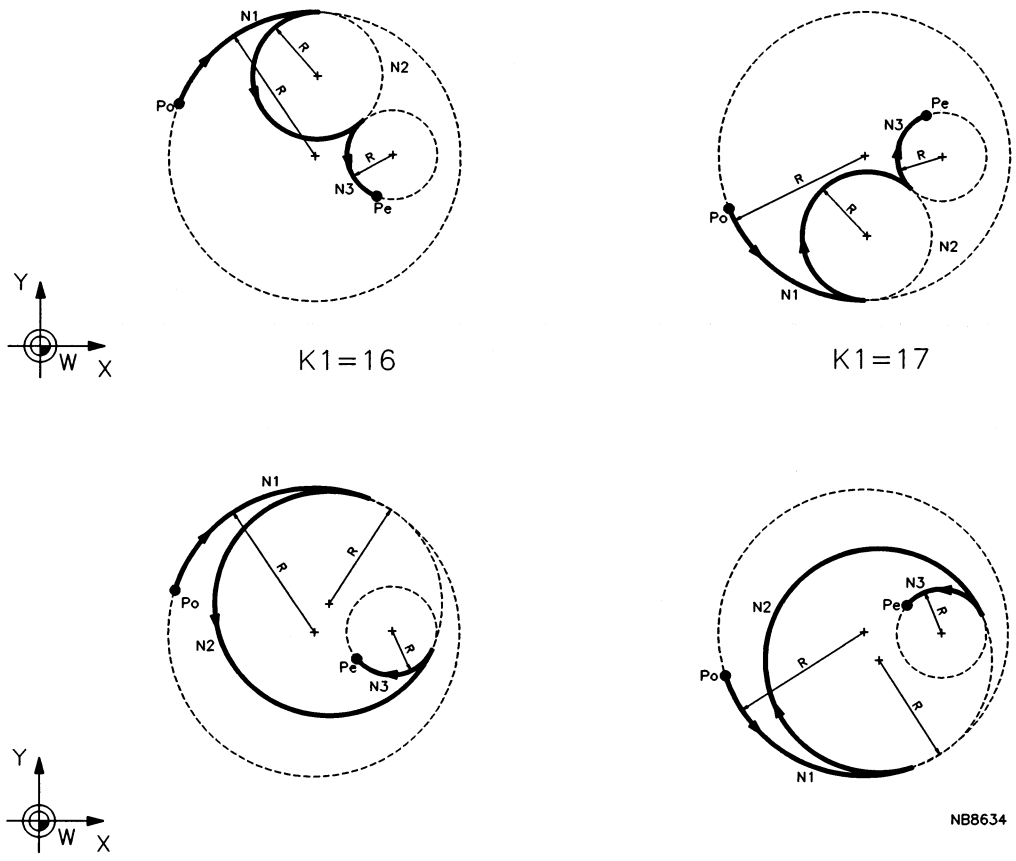
Das Wort K1=.. für einen Verbindungskreis außen am kleineren Kreis lautet:



(NB8634)

- für den linken Verbindungskreis : K1=16
- für den rechten Verbindungskreis : K1=26

Das Wort K1= für einen Verbindungskreis außen um den kleineren Kreis lautet:



- für den linken Verbindungskreis : K1=17
- für den rechten Verbindungskreis : K1=27

Hinweis: Die von der Steuerung verwendete Standardvorgabe für K1= hängt von der programmierten Bewegungsrichtung auf den drei Kreisen ab (G2 oder G3).

Die Formate sind folgende:

Der Startpunkt von N1 ist bekannt

N1	G2/G3	I..	J..	R1=1/2
N2	G2/G3	R..	K1=16/17 oder K1=26/27	
N3	G2/G3	usw.		

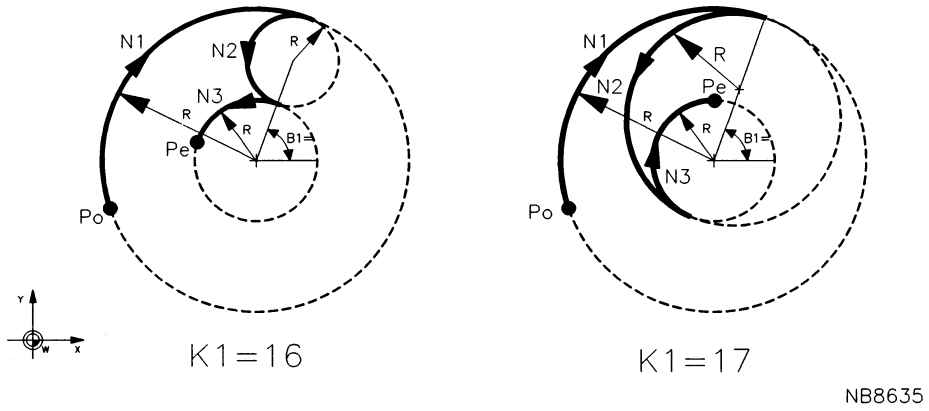
Der Startpunkt von N1 ist nicht bekannt

N1	G2/G3	I..	J..	R..	R1=1/2
N2	G2/G3	R..	K1=16/17 oder K1=26/27		
N3	G2/G3	usw.			

Für das Format der Sätze N1 und N3 sei auf den entsprechenden Abschnitt bei kontinuierlichen Bewegungen verwiesen.

VERBINDUNGSKREIS BEI ZWEI KONZENTRISCHEN KREISEN

Wenn zwei Kreise konzentrisch sind, so entspricht die Programmierung der Programmierung eines Kreises der innerhalb des anderen liegt, allerdings mit der Ausnahme, daß der Winkel (B1=) programmiert werden muß, der die Gerade durch den gemeinsamen Mittelpunkt und den Mittelpunkt des Verbindungskreises mit der Hauptachse bildet.



Der Startpunkt von N1 und der Radius des Verbindungskreises sind bekannt

Für beide Fälle ist das folgende Format vorgesehen:

N1 G2/G3 I.. J.. R1=1/2
N2 G2/G3 R.. B1=.. K1=16/17
N3 G2/G3 I.. J..

Der Startpunkt von N1 und der Radius des zweiten Kreises sind bekannt

In diesem Fall wird der Radius des Verbindungskreises durch die Steuerung berechnet.

N1 G2/G3 I.. J..
N2 G2/G3 B1=.. K1=16/17
N3 G2/G3 I.. J.. X.. Y..

Für das Format der Sätze N1 und N3 sei auf den entsprechenden Abschnitt bei kontinuierlichen Bewegungen verwiesen.

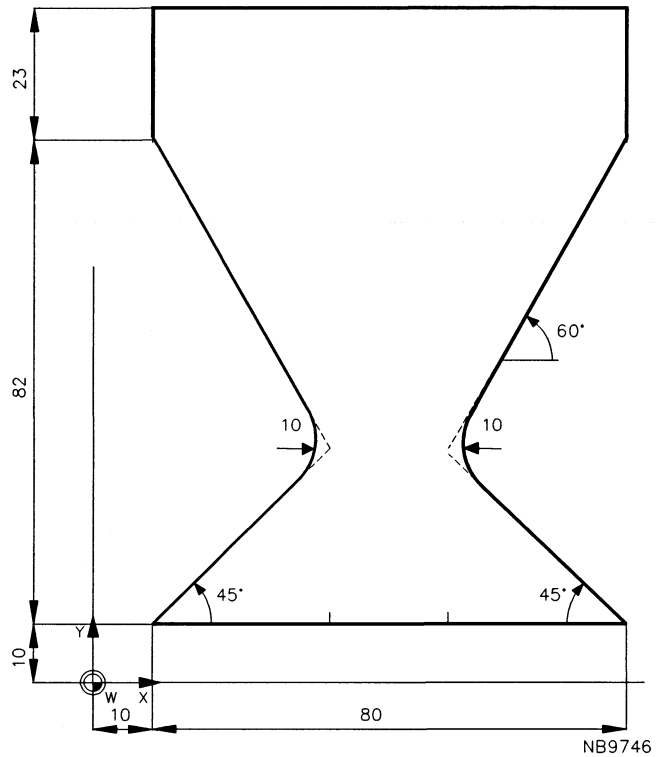
Der Startpunkt von N1 ist bekannt

N1 G2/G3 I.. J.. R..

Die weiteren Sätze bleiben unverändert.

Beispiele

BEISPIEL 1. Schnittpunktberechnung




```
N64001
N1 G54
N2 S1000 T1 M6 (RADIUS 2 mm)
N3 G0 X0 Y0 Z10 M3
N4 G1 Z-10 F500
N5 G43 Y10
N6 G42
N7 G64
N8 X90
N9 B1=135
N10 G2 R10
N11 G1 X90 Y92 B1=60
N12 Y115
N13 X10
N14 Y92
N15 B1=-60
N16 G2 R10
N17 G1 X10 Y10 B1=45
N18 G40
N19 G63
N20 X0 Y0
N21 G0 Z100
N22 M30
```

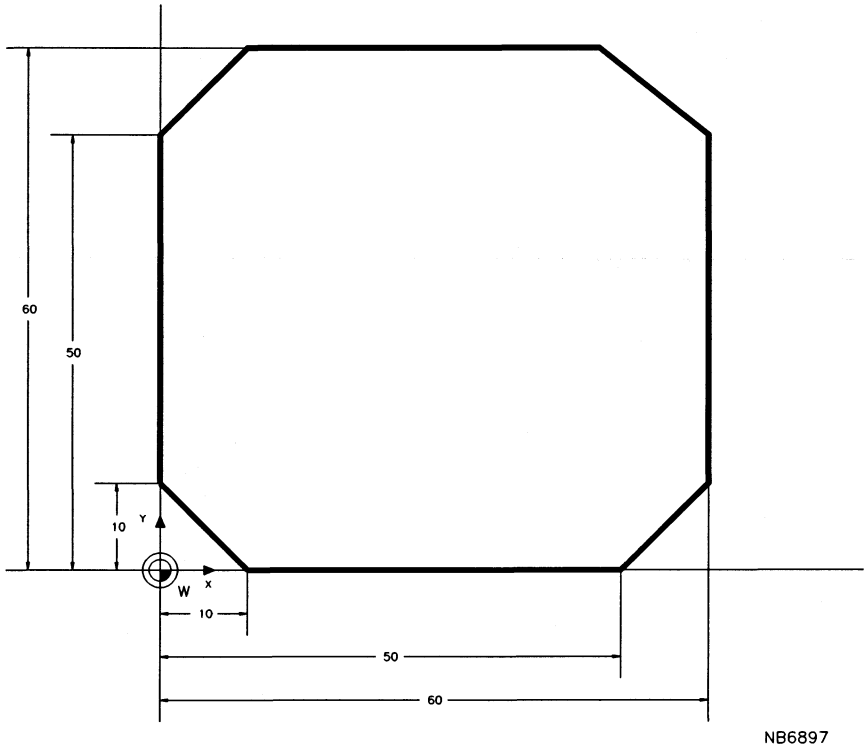
Erläuterung

N1	:	Programmnullpunkt festlegen
N2	:	Werkzeug 1 einwechseln
N3	:	Spindel starten und Werkzeug auf Startpunkt fahren
N4	:	Werkzeug auf Tiefe zustellen
N5	:	Werkzeug BIS zur Kontur fahren
N6	:	Radiuskorrektur RECHTS setzen
N7	:	Geometrieberechnungen aktivieren
N8	:	Werkzeug parallel zur X-Achse verfahren. Y-Koordinate kann entfallen
N9	:	Eine Gerade unter einem Winkel. Der Startpunkt für diese Gerade ist bekannt, so daß Programmieren des Winkels genügt
N10	:	Eine Rundung am Schnittpunkt der Geraden von Satz N9 und N11
N11	:	Eine Gerade unter einem Winkel zu einem Endpunkt
N12-N14	:	Achsparallele Bewegungen
N15-N17	:	Geraden unter einem Winkel, einschließlich der Rundung (N16) zwischen diesen Geraden
N18	:	Radiuskorrektur aufheben
N19	:	Geometrieberechnungen aufheben
N20	:	Werkzeug auf einen Punkt frei vom Werkstück fahren
N21	:	Werkzeug in der Werkzeugachse zurückziehen
N22	:	Programmende

Hinweis: Um eine grafische Darstellung dieses Programms in einer der Grafikbetriebsarten der Steuerung zu erhalten, können nach N1 die folgenden Sätze eingefügt werden:

```
N801 G98 X0 Y0 Z0 I100 J130 K-10
N802 G99 X10 Y10 Z0 I80 J105 K-10
```

BEISPIEL 2. Einfügen einer Fase zwischen Geraden




```
N64002
N1 G54
N2 S1000 T1 M6 (RADIUS 2 mm)
N3 G0 X-20 Y-20 Z10 M3
N4 G1 Z-10 F500
N5 G43 Y0
N6 G42
N7 G64
N8 X60
N9 I10
N10 Y60
N11 I10
N12 X0
N13 I10
N14 Y0
N15 I10
N16 X10
N17 G40
N18 G63
N19 Y-20
N20 G0 Z100
N21 M30
```

Erläuterung

N1 - N7	:	Ähnlich wie die Sätze N1 bis N7 im ersten Beispiel
N8-N10-N12-N14	:	Achsparallele Bewegungen
N9-N11-N13-N15	:	Fase von N9 zwischen den Geraden von N8 und N10, Fase von N11 zwischen den Geraden von N10 und N12, usw.
N16	:	Letzte Bewegung zum Definieren der Fasenlage
N17	:	Radiuskorrektur aufheben
N18	:	Geometrieberechnungen aufheben
N19	:	Werkzeug auf einen Punkt frei vom Werkstück fahren
N20	:	Werkzeug in der Werkzeugachse zurückziehen
N21	:	Programmende

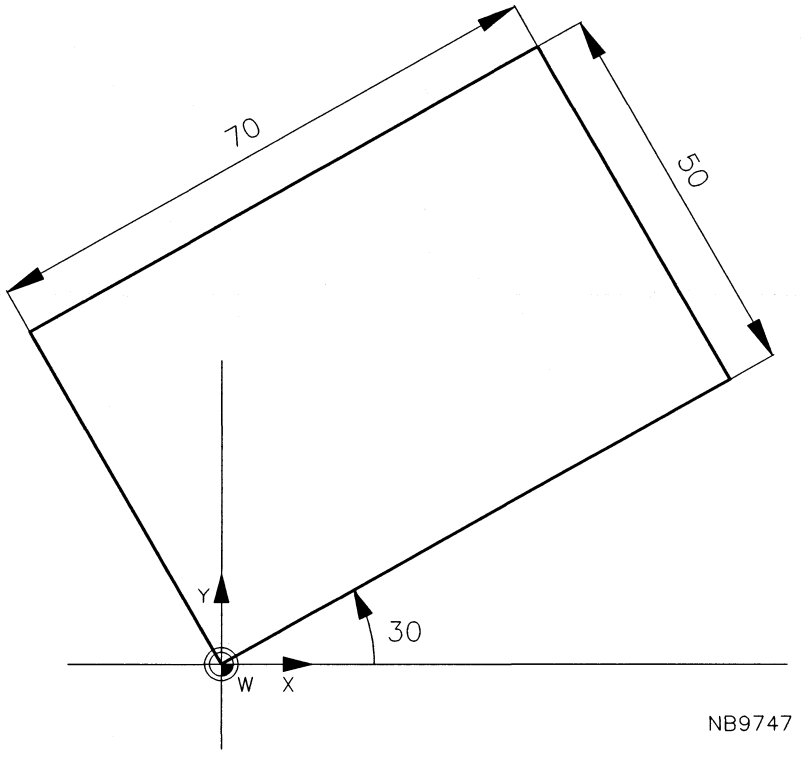
Hinweise: 1. Um eine grafische Darstellung dieses Programms in einer der Grafikbetriebsarten der Steuerung zu erhalten, können nach N1 die folgenden Sätze eingefügt werden:

```
N801 G98 X-10 Y-10 Z0 I80 J80 K-10
N802 G99 X-5 Y-5 Z0 I70 J70 K-10
```

2. Wenn statt einer Fase eine Rundung programmiert werden soll, sind einige kleine Änderungen erforderlich:

```
N9 G3 R10
N10 G1 Y60
N11 G3 R10
N12 G1 usw.
```

BEISPIEL 3. Parallellinien




```
N64003
N1 G54
N2 S1000 T1 M6 (RADIUS 2 mm)
N3 G0 X-10 Y0 Z10 M3
N4 G1 Z-10 F500
N5 G43 X-4.33 Y-2.5
N6 G42
N7 G64
N8 X0 Y0 B1=30 I1=0
N9 X0 Y0 B1=120 I1=70
N10 X0 Y0 B1=-150 I1=50
N11 X0 Y0 B1=-60
N12 G40
N13 G63
N14 X-10 Y-10
N15 Z100
N16 M30
```

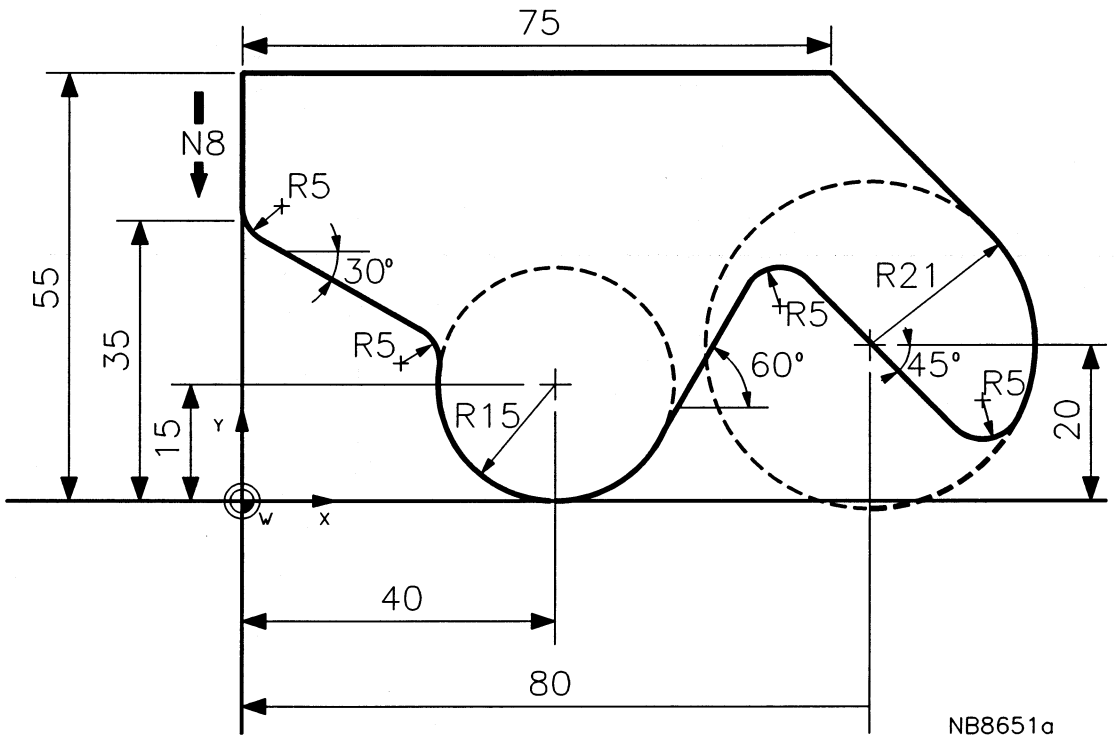
Erläuterung

N1 - N7 : Ähnlich wie die Sätze N1 bis N7 im ersten Beispiel
N8 : Eine Gerade definiert durch einen Hilfspunkt (X0,Y0) und den Winkel mit der X-Achse
N9 : Eine Gerade definiert durch einen Hilfspunkt (X0,Y0) und den Winkel mit der X-Achse, in einem Abstand von 70 von der Geraden durch den Nullpunkt
N10 : Eine Gerade definiert durch einen Hilfspunkt (X0,Y0) und den Winkel mit der X-Achse programmiert in der Bewegungsrichtung, in einem Abstand von 50 von der Geraden durch den Nullpunkt.
N11 : Eine Gerade definiert durch den Endpunkt (X0,Y0) und den Winkel mit der X-Achse programmiert in der Bewegungsrichtung
N12 : Radiuskorrektur aufheben
N13 : Geometrieberechnungen aufheben
N14 : Werkzeug auf einen Punkt frei vom Werkstück fahren
N15 : Werkzeug in der Werkzeugachse zurückziehen
N16 : Programmende

Hinweis: Um eine grafische Darstellung dieses Programms in einer der Grafikbetriebsarten der Steuerung zu erhalten, können nach N1 die folgenden Sätze eingefügt werden:

```
N801 G98 X-35 Y-15 Z0 I110 J105 K-10
N802 G99 X-30 Y-10 Z0 I120 J95 K-10
```

BEISPIEL 4. Schnittpunkt Gerade-Kreis und Kreis-Gerade




```
N64004
N1 G54
N2 S1000 T1 M6 (RADIUS 2 mm)
N3 G0 X-5 Y60 Z10 M3
N4 G1 Z-10 F500
N5 G43 X0
N6 G42
N7 G64
N8 B1=-90
N9 G3 R5
N10 G1 X0 Y35 I1=0 B1=-30 J1=2
N11 G2 R5
N12 G3 I40 J15 R15 R1=0
N13 G1 B1=60
N14 G2 R5
N15 G1 X80 Y20 I1=0 B1=-45 J1=2
N16 G3 R5
N17 I80 J20 R21 R1=0
N18 G1 X75 Y55
N19 X-20
N20 G40
N21 G63
N22 G0 Z100 M30
```

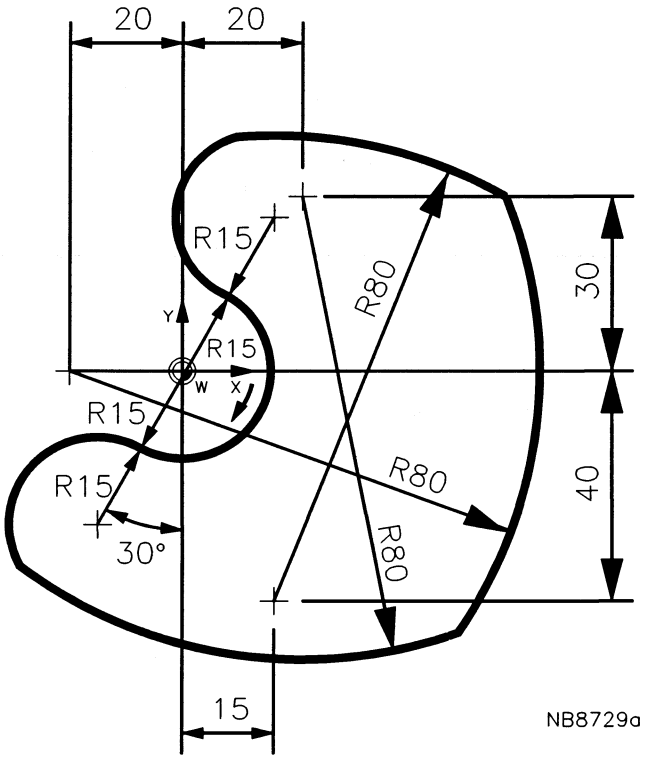
Erläuterung

N1 - N7 : Ähnlich wie die Sätze N1 bis N7 im ersten Beispiel
N8 : Werkzeug entlang der Y-Achse herunterfahren
N9 : Eine Rundung zwischen den Geraden von N8 und N10
N10 : Werkzeug entlang der Geraden fahren. Der Startpunkt für die Gerade ist als Hilfspunkt, der Winkel in der Bewegungsrichtung programmiert. Es wird der rechte Schnittpunkt (J1=2) der Geraden und des Kreises von N12 verwendet
N11 : Eine Rundung zwischen der Geraden von N10 und dem Kreis von N12
N12 : Den Kreis abfahren, bis zum Tangentenpunkt des Kreises und der Geraden von N13
N13 : Eine Gerade. Der Tangentenpunkt ist der bekannte Startpunkt
N14 : Eine Rundung zwischen den Geraden von N13 und N15
N15 : Eine Gerade durch den Mittelpunkt des Kreises von N17. Der Mittelpunkt wird als Hilfspunkt der Geraden verwendet. Es wird der Schnittpunkt in der Bewegungsrichtung verwendet (J1=2)
N16 : Eine Rundung zwischen der Geraden von N15 und dem Kreis von N17
N17 : Den Kreis abfahren, bis zum Tangentenpunkt des Kreises und der Geraden von N18
N18 : Eine Gerade zum programmierten Endpunkt der Geraden
N19 : Werkzeug parallel zur X-Achse fahren, bis das Werkzeug frei vom Werkstück ist
N20 : Radiuskorrektur aufheben
N21 : Geometrieberechnungen aufheben
N22 : Werkzeug in der Werkzeugachse zurückziehen. Programmende

Hinweis: Um eine grafische Darstellung dieses Programms in einer der Grafikbetriebsarten der Steuerung zu erhalten, können nach N1 die folgenden Sätze eingefügt werden:

```
N801 G98 X-10 Y-20 Z0 I140 J100 K-10
N802 G99 X0 Y-10 Z0 I120 J80 K-10
```

BEISPIEL 5. Schnittpunkt Kreis-Kreis




```
N64005
N1 G54
N2 S1000 T1 M6 (RADIUS 2 mm)
N3 G0 X0 Y0 Z10 M3
N4 G1 Z-10 F500
N5 G43 X15
N6 G42
N7 G64
N8 G2 R15 R1=0
N9 G3 R15 B3=-120 L3=30 J1=1
N10 I20 J30 R80 J1=1
N11 I-20 J0 R80 J1=1
N12 I15 J-40 R80 J1=1
N13 R15 B3=60 L3=30 R1=0
N14 G2 X15 Y0 R15
N15 G40
N16 G1 X0
N17 G63
N18 G0 Z100 M30
```

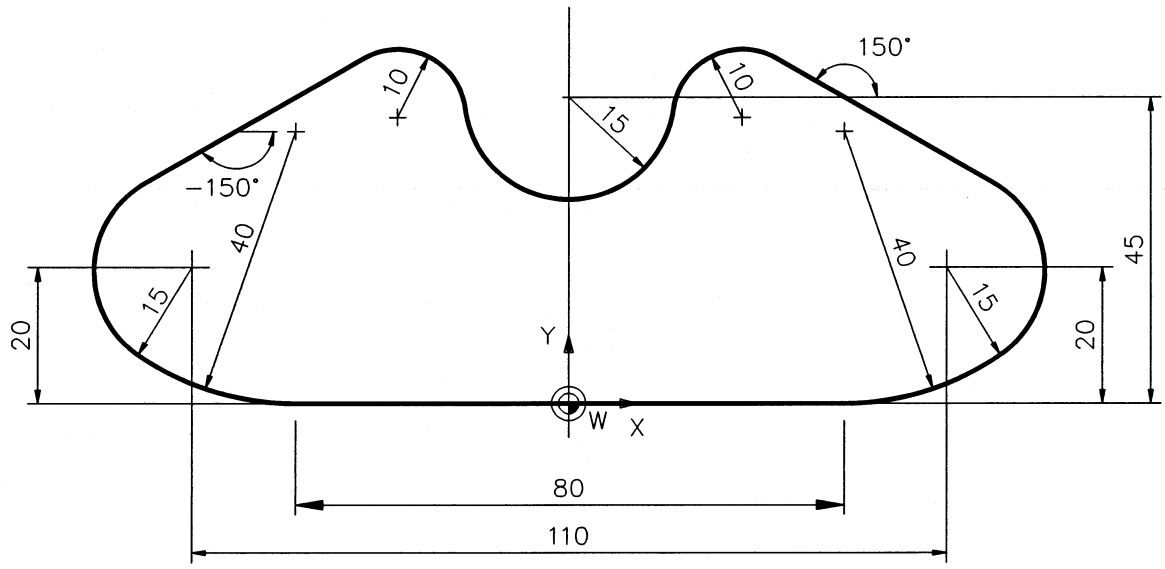
Erläuterung

N1 - N7	:	Ähnlich wie die Sätze N1 bis N7 im ersten Beispiel
N8	:	Den Kreis abfahren, bis zum Tangentenpunkt mit dem nächsten Kreis. Der Startpunkt für diesen Kreis ist von den vorherigen Sätzen bekannt
N9	:	Den Kreis abfahren, der durch die Polarkoordinaten seines Mittelpunktes (B3=.., L3=..) und den Radius definiert ist. Es wird der linke Schnittpunkt (J1=1) mit dem Kreis von N10 verwendet.
N10	:	Den Kreis abfahren, der durch die kartesischen Koordinaten seines Mittelpunktes und den Radius definiert ist. Es wird der linke Schnittpunkt (J1=1) mit dem Kreis von N11 verwendet.
N11 - N12	:	Die gleiche Bewegungsart wie bei N10
N13	:	Den Kreis abfahren, bis zum Tangentenpunkt mit dem Kreis von N14. Der Kreis ist durch seine polaren Mittelpunktkoordinaten (B3=.., L3=..) und den Radius definiert
N14	:	Den mit Endpunkt und Radius programmierten Kreis abfahren
N15	:	Radiuskorrektur aufheben
N16	:	Geometrieberechnungen aufheben
N17	:	Werkzeug auf einen Punkt frei vom Werkstück fahren
N18	:	Werkzeug in der Werkzeugachse zurückziehen
N19	:	Programmende

Hinweis: Um eine grafische Darstellung dieses Programms in einer der Grafikbetriebsarten der Steuerung zu erhalten, können nach N1 die folgenden Sätze eingefügt werden:

```
N801 G98 X-45 Y-60 Z0 I140 J140 K-10
N802 G99 X-40 Y-60 Z0 I125 J120 K-10
```

BEISPIEL 6. Verbindungskreis zwischen Geraden und Kreis



NB6972

```
N64006
N1 G54
N2 S1000 T1 M6 (RADIUS 2 mm)
N3 G0 X0 Y-20 Z10 M3
N4 G1 Z-10 F500
N5 G43 Y0
N6 G42
N7 G64
N8 B1=0
N9 G3 R40
N10 G3 I55 J20 R15 R1=0
N11 G1 B1=150
N12 G3 R10
N13 G2 I0 J45 R15
N14 G3 R10
N15 G1 B1=-150 R1=0
N16 G3 I-55 J20 R15
N17 G3 R40
N18 G1 X0 Y0 B1=0
N19 G40
N20 G63
N21 G0 Z100
N22 M30
```

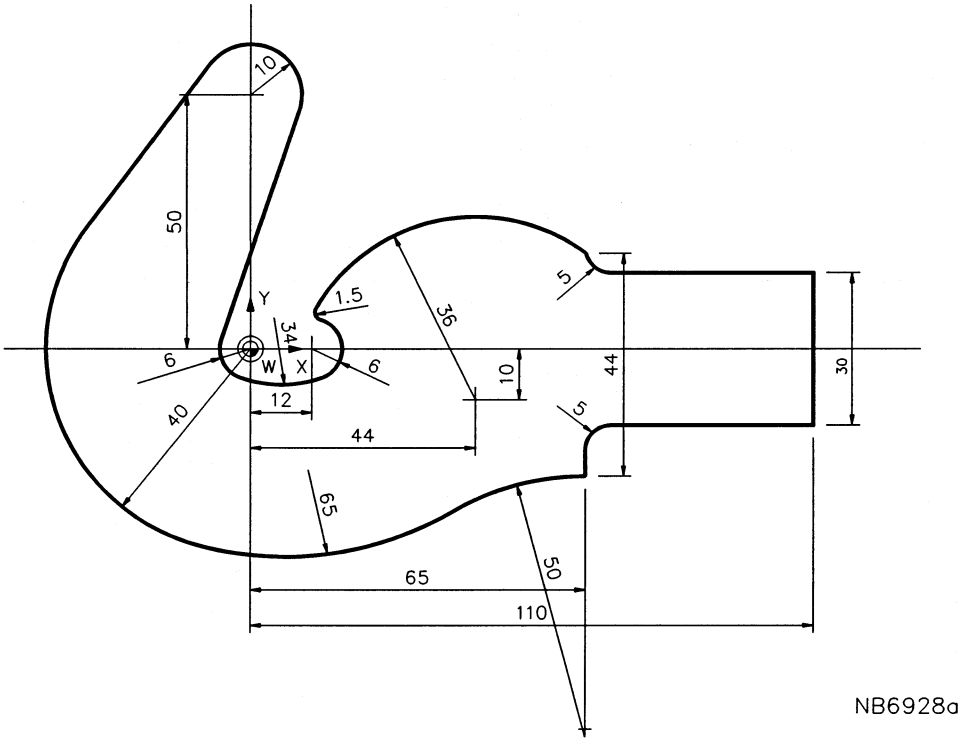
Erläuterung

N1 - N7 : Ähnlich wie die Sätze N1 bis N7 im ersten Beispiel
N8 : Entlang der X-Achse fahren. Der Startpunkt für diese Gerade ist von den vorherigen Sätzen bekannt
N9 : Ein umliegender Verbindungskreis zwischen der Geraden von N8 und dem Kreis von N10. Die Gerade schneidet/tangiert den Kreis nicht
N10 : Ein Kreis zum Tangentenpunkt mit der Geraden von N11. Der Kreis ist mit den kartesischen Koordinaten seines Mittelpunktes und dem Radius programmiert
N11 : Eine Gerade. Der Startpunkt für die Gerade ist der Tangentenpunkt mit dem Kreis von N10. Die Gerade schneidet/tangiert den Kreis von N13 nicht
N12 : Ein Verbindungskreis zwischen der Geraden von N11 und dem Kreis von N13
N13 : Ein Kreis vom Tangentenpunkt mit dem Kreis von N12 zum Tangentenpunkt mit dem Kreis von N14
N14 : Ähnlich wie N12
N15 : Eine Gerade zum Tangentenpunkt mit dem Kreis von N16
N16 : Ein Kreis zum Tangentenpunkt mit dem umliegenden Verbindungskreis von N17
N17 : Der umliegende Verbindungskreis
N18 : Eine Gerade entlang der X-Achse zum programmierten Endpunkt
N19 : Radiuskorrektur aufheben
N20 : Geometrieberechnungen aufheben
N21 : Werkzeug in der Werkzeugachse zurückziehen
N22 : Programmende

Hinweis: Um eine grafische Darstellung dieses Programms in einer der Grafikbetriebsarten der Steuerung zu erhalten, können nach N1 die folgenden Sätze eingefügt werden:

```
N801 G98 X-90 Y-15 Z0 I180 J90 K-10
N802 G99 X-70 Y-5 Z0 I140 J60 K-10
```

BEISPIEL 7. Verbindungskreis zwischen Kreisen




```
N64007
N1 G54
N2 S1000 T1 M6 (RADIUS 2 mm)
N3 G0 X120 Y-35 Z10 M3
N4 G1 Z-10 F500
N5 G43 Y-15
N6 G41
N7 G64
N8 B1=180
N9 G3 R5
N10 G1 X65 Y-22 I1=0 B1=-90 J1=1
N11 G3 I65 J-72 R50
N12 G2 R65
N13 G2 I0 J0 R40 R1=0
N14 G1 R1=0
N15 G2 I0 J50 R10 R1=0
N16 G1 R1=0
N17 G3 I0 J0 R6
N18 G3 R34
N19 G3 I12 J0 R6 J1=1
N20 G2 R1.5
N21 G2 I44 J-10 R36 R1=0
N22 G1 X65 Y22
N23 B1=-90
N24 G3 R5
N25 G1 X110 Y15 B1=0
N26 Y-40
N27 G40
N28 G63
N29 X120
N30 G0 Z100 M30
```

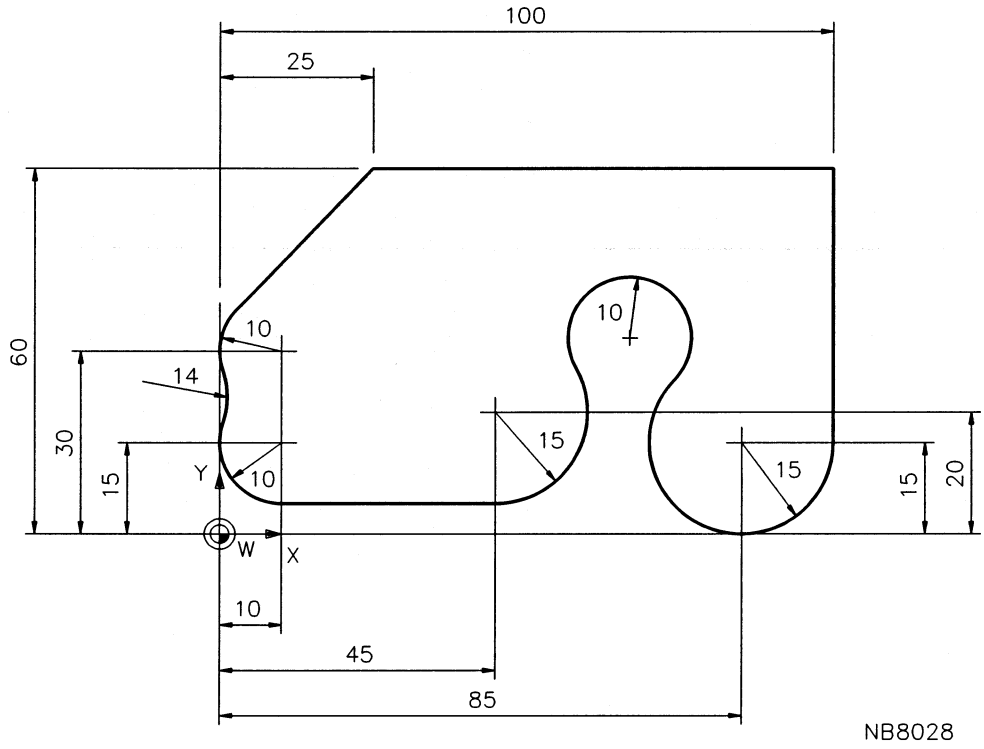
Erläuterung

N1 - N7 : Ähnlich wie die Sätze N1 bis N7 im ersten Beispiel. Die Radiuskorrektur LINKS wird gesetzt
N8 : Parallel zur X-Achse verfahren. Der Startpunkt ist von den vorherigen Sätzen bekannt
N9 : Eine Rundung zwischen den Geraden von N8 und N10
N10 : Eine Abwärtsgerade parallel zur Y-Achse bis zum linken Schnittpunkt des Kreises von N11
N11 : Ein Kreis zum Startpunkt des Verbindungskreises von N12
N12 : Ein Verbindungskreis außen am Kreis von N11 und außen um den Kreis von N13
N13 : Ein Kreis zum Tangentenpunkt mit der Geraden des nächsten Sätze
N14 : Gemeinsame Tangente an den Kreisen N13 und N15
N15 : Ein Kreis zum Tangentenpunkt mit der Geraden vom nächsten Satz
N16 : Gemeinsame Tangente an den Kreisen von N15 und N17
N17 : Ein Kreis zum Tangentenpunkt mit dem Verbindungskreis vom nächsten Satz
N18 : Ein Verbindungskreis, der um die Kreise von N17 und N19 liegt
N19 : Ein Kreis bis zum Tangentenpunkt mit der Rundung des nächsten Sätze. Der Kreis schneidet den Kreis von Satz N21
N20 : Der Rundung am Schnittpunkt der beiden Kreise von N19 und N21
N21 : Ein Kreis zum Tangentenpunkt mit der Geraden vom nächsten Satz
N22 : Eine Gerade programmiert mit seinem Endpunkt
N23 : Eine Abwärtsgerade parallel zur Y-Achse
N24 : Eine Rundung zwischen den Geraden von N23 und N25
N25 : Eine Gerade parallel zur X-Achse, programmiert mit Endpunkt und Winkel
N26 : Eine Abwärtsgerade parallel zur Y-Achse
N27 : Radiuskorrektur aufheben
N28 : Geometrieberechnungen aufheben
N29 : Werkzeug auf einen Punkt frei vom Werkstück fahren
N30 : Werkzeug in der Werkzeugachse zurückziehen. Programmende

Hinweis: Um eine grafische Darstellung dieses Programms in einer der Grafikbetriebsarten der Steuerung zu erhalten, können nach N1 die folgenden Sätze eingefügt werden:

```
N801 G98 X-50 Y-50 Z0 I170 J120 K-10
N802 G99 X-45 Y-45 Z0 I160 J110 K-10
```

BEISPIEL 8. Verbindungskreis mit Auswahl größerer Bogen




```
N64008
N1 G54
N2 S1000 T1 M6 (RADIUS 2 mm)
N3 G0 X115 Y60 Z10 M3
N4 G1 Z-10 F500
N5 G43 X100
N6 G41
N7 G64
N8 R1=0
N9 G2 I85 J15 R15
N10 G3 R10 K1=22
N11 G2 I45 J20 R15 R1=0
N12 G1 R1=0
N13 G2 I10 J15 R10
N14 G3 R14
N15 G2 I10 J30 R10 R1=0
N16 G1 X25 Y60
N17 X115
N18 G40
N19 G63
N20 Z100
N21 M30
```

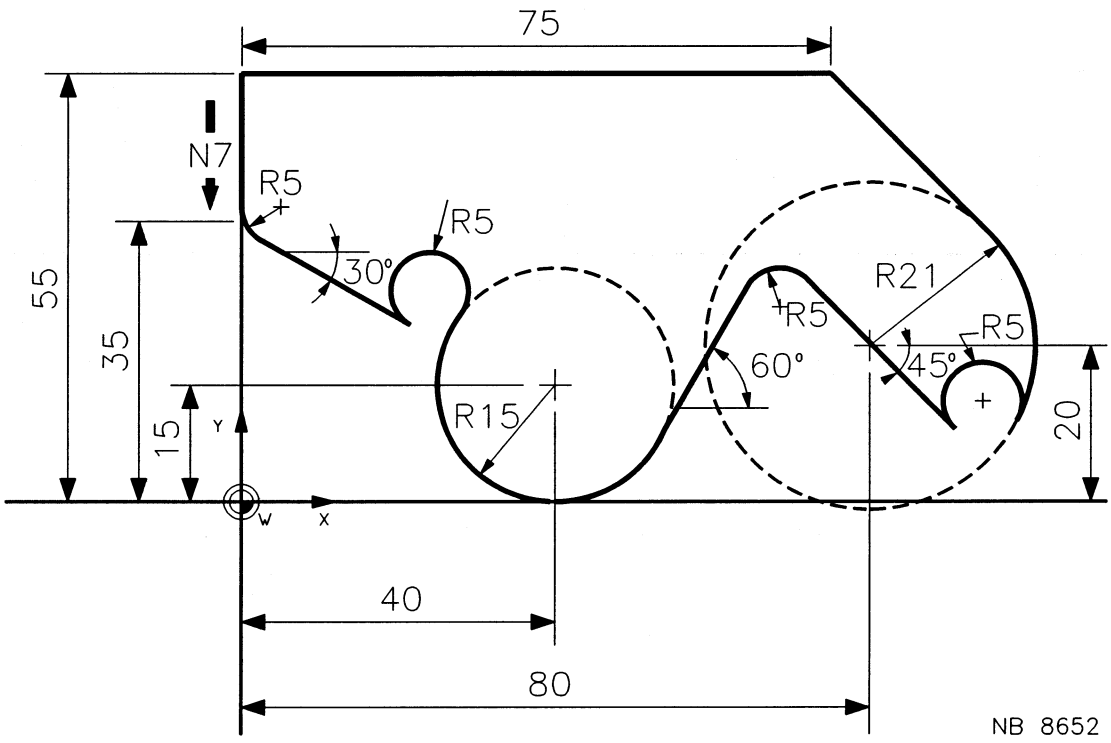
Erläuterung

N1 - N7 : Ähnlich wie die Sätze N1 bis N7 im ersten Beispiel. Die Radiuskorrektur LINKS wird gesetzt.
N8 : Eine Gerade. Die Gerade tangiert am Kreis von N9. Der Startpunkt für die Gerade ist von den vorherigen Sätzen bekannt
N9 : Ein Kreis zum Tangentenpunkt mit dem Verbindungskreis vom nächsten Satz
N10 : Ein Verbindungskreis zwischen den Kreisen von N9 und N11. Der größere Bogen wird benötigt. In diesem Fall ist der Anzeiger K1=22 zu programmieren. Wird dieser Anzeiger weggelassen, so wird der kürzere Bogen (K1=12) automatisch von der Steuerung verwendet
N11 : Ein Kreis zum Tangentenpunkt mit der gemeinsamen Tangente von N12
N12 : Gemeinsame Tangente an den Kreisen von N11 und N13
N13 : Ein Kreis zum Tangentenpunkt mit dem Verbindungskreis vom nächsten Satz
N14 : Ein Verbindungskreis außen an den Kreisen von N13 und N15
N15 : Ein Kreis zum Tangentenpunkt mit der Geraden von N16
N16 : Eine Gerade zum programmierten Endpunkt
N17 : Eine Gerade parallel zur X-Achse
N18 : Radiuskorrektur aufheben
N19 : Geometrieberechnungen aufheben
N20 : Werkzeug in der Werkzeugachse zurückziehen
N21 : Programmende

Hinweis: Um eine grafische Darstellung dieses Programms in einer der Grafikbetriebsarten der Steuerung zu erhalten, können nach N1 die folgenden Sätze eingefügt werden:

```
N801 G98 X-10 Y-10 Z0 I120 J80 K-10
N802 G99 X-5 Y-5 Z0 I110 J70 K-10
```

BEISPIEL 9. Diskontinuierliche Bewegung zwischen Geraden und Kreis




```
N64009
N1 G54
N2 S1000 T1 M6 (RADIUS 2 mm)
N3 G0 X-5 Y60 Z10 M3
N4 G1 Z-10 F500
N5 G43 X0
N6 G42
N7 G64
N8 B1=-90
N9 G3 R5
N10 G1 X0 Y35 I1=0 B1=-30 J1=2
N11 G2 R5 K1=4
N12 G3 I40 J15 R15 R1=0
N13 G1 B1=60
N14 G2 R5
N15 G1 X80 Y20 I1=0 B1=-45 J1=2
N16 G2 R5 K1=4
N17 G3 I80 J20 R21 R1=0
N18 G1 X75 Y55
N19 X-20
N20 G40
N21 G63
N22 G0 Z100 M30
```

Erläuterung

Vergleichen Sie dieses Programm mit dem Programm vom Beispiel 4. Die Unterschiede sind folgende:

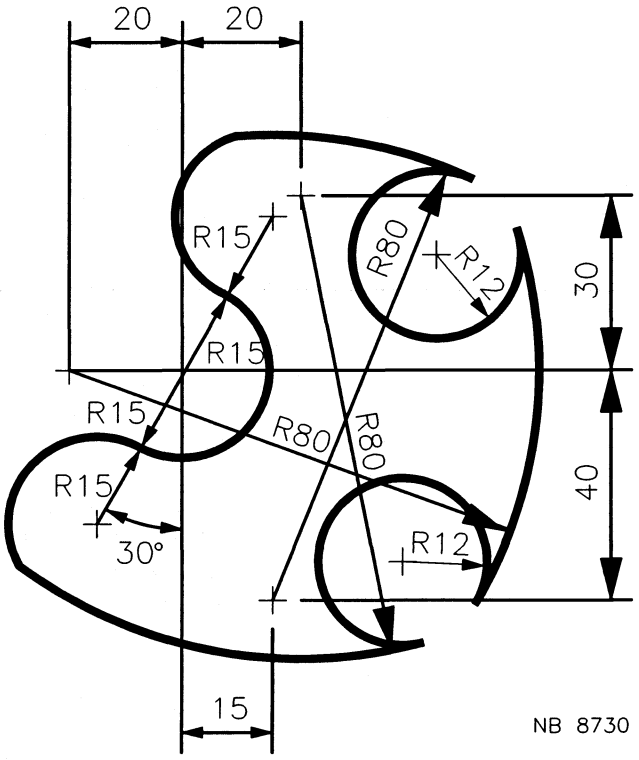
N11 : Die Drehrichtung auf dem Kreis wurde geändert und der Anzeiger K1=4 programmiert, um den erforderlichen Kreis zu erzielen

N16 : Die gleichen Änderungen wie im Satz N11

Hinweis: Um eine grafische Darstellung dieses Programms in einer der Grafikbetriebsarten der Steuerung zu erhalten, können nach N1 die folgenden Sätze eingefügt werden:

N801 G98 X-10 Y-20 Z0 I140 J100 K-10
N802 G99 X0 Y-10 Z0 I120 J80 K-10

BEISPIEL 10. Diskontinuierliche Bewegung zwischen zwei Kreisen




```
N64010
N1 G54
N2 S1000 T1 M6 (RADIUS 2 mm)
N3 G0 X0 Y0 Z10 M3
N4 G1 Z-10 F500
N5 G43 X15
N6 G42
N7 G64
N8 G2 R15 R1=0
N9 G3 R15 B3=-120 L3=30 J1=1
N10 I20 J30 R80 J1=1
N11 G2 R12 K1=4
N12 G3 I-20 J0 R80 J1=1
N13 G2 R12 K1=4
N14 G3 I15 J-40 R80 J1=1
N15 R15 B3=60 L3=30 R1=0
N16 G2 X15 Y0 R15
N17 G40
N18 G1 X0
N19 G63
N20 G0 Z100
N21 M30
```

Erläuterung

Vergleichen Sie dieses Programm mit dem Programm vom Beispiel 5. Die Rundungen von N11 und N13 sind unterschiedlich. Der Anzeiger K1=4 wurde programmiert um den erforderlichen Kreis am Schnittpunkt der sich schneidenden Kreise zu erhalten.

Hinweis: Um eine grafische Darstellung dieses Programms in einer der Grafikbetriebsarten der Steuerung zu erhalten, können nach N1 die folgenden Sätze eingefügt werden:

N801 G98 X-45 Y-60 Z0 I140 J140 K-10
N802 G99 X-40 Y-60 Z0 I125 J120 K-10

107. Grafische Unterstützung

In der CNC Pilot stehen die folgenden Arten der grafischen Unterstützung zur Verfügung:

- Synchrongrafik : die tatsächlichen Werkzeugbewegungen an der Maschine werden im gleichen Augenblick auf dem Steuerungsbildschirm grafisch dargestellt.

- Grafische Simulation : die programmierten Werkzeugbewegungen werden auf dem Steuerungsbildschirm grafisch dargestellt.

- Grafische Programmierunterstützung

Für eine grafische Darstellung muß nicht nur die Steuerung auf die richtige Darstellungsart eingestellt werden, sondern auch das Teileprogramm muß einige bestimmte G-Funktionen enthalten, und zwar:

- die Funktion G195, zum Definieren des 3D-Fensters, d.h. eines begrenzten Bildschirmbereiches, in dem die grafische Simulation ausgeführt wird;
- die Funktionen G196 bis G199, zum Definieren der Innen- und Aussenkontur des Rohteils und der Maschinenteile.

107.1 Synchrongrafik

Bei der Synchrongrafik wird eine 3D-Ansicht der Werkzeugbahn (= die Bahn der Werkzeugspitze) auf dem Steuerungsbildschirm dargestellt, und zwar gleichzeitig mit den tatsächlichen Werkzeugbewegungen an der Werkzeugmaschine. Die mit Vorschub und im Eilgang ausgeführten Bewegungen werden durch unterschiedliche Farben dargestellt.

Das durch die Funktion G195 definierte Grafikfenster wird zum Einstellen der Grenzen am Bildschirm verwendet. Ein Maßstab für evtl. Messungen ist nicht vorgesehen.

Die Synchrongrafik läßt sich bei der Betriebsart BEDIENUNG anwenden.

107.2 Grafische Simulation

Bei der grafischen Simulation werden die programmierten Werkzeugbewegungen auf dem Steuerungsbildschirm grafisch dargestellt.
Die Darstellung umfaßt:

- eine **Liniengrafik** der Werkstückkontur, der Werkzeugbewegungen, der Endpunkte der Zyklen, der Maschinenteile und der Werkzeugform.
- eine **Vollflächengrafik** der Werkstückbearbeitung. Bei Eilgangbewegungen kann evtl. eine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück erkannt werden, ebenso wie eine Kollision mit Maschinenteilen.
- eine **Darstellung des bearbeiteten Werkstücks** und der Schnittdarstellung.

Die grafische Simulation eines Teileprogrammablaufs läßt sich bei der Betriebsart BEDIENUNG anwenden.

Hinweis: Drehachsen werden bei der grafischen Simulation nicht berücksichtigt.

LINIENGRAFIK

Bei Liniengrafik werden die Außen- und Innenkontur des Rohteils, die Maschinenteile und die Werkzeugform dargestellt. Die Werkzeugbewegungen werden in Einzelsatz- oder Automatikbetrieb erzeugt. "Satz ausblenden" und "Wahlweiser Halt" sind während des Programmablaufs möglich.

Dadurch, daß das Achsenkreuz eingeblendet werden kann, lassen sich die Werkstückmaße und die Werkzeuglage messen.

Der Fräser wird als ein Kreis dargestellt. Seine Abmessungen werden dem Werkzeugspeicher entnommen.

Bei sämtlichen Arten der Liniengrafik, ausgenommen 2.5-Liniengrafik, lädt sich ein Bild des Werkzeughalters und des mit dem G-Wort aus dem Werkzeugspeicher definierten Werkzeugs in einem separaten Fenster darstellen.

Das programmierte Rohteil, die Maschinenteile, die Werkzeugform, die programmierte Kontur und die Vorschub- und Eilgangbewegungen werden durch unterschiedliche Farben dargestellt.

Bei Eilgangbewegungen läßt sich eine Kollisionen zwischen Werkzeug und Werkstück erkennen, ebenso wie eine Kollision mit Maschinenteilen.

Die Endkontur eines festen Fräszyklus wird als eine programmierte Kontur dargestellt.

Während der Universal-Taschenzyklus werden beim Ausführen der Funktion G200 die programmierte Taschenkontur und die Insel dargestellt. Anschließend werden die Makros erzeugt und das Taschenfräsen simuliert.

Zum Vergrößern bzw. Verkleinern des Fensters für die Werkstückdarstellung ist eine Zoom-Funktion vorgesehen.

2D-Liniengrafik

Bei der 2D-Liniengrafik werden sowohl die Kontur als auch die Fräserbahn in der wirksamen Hauptebene dargestellt. Auf diese Weise lassen sich die programmierte Kontur und die Fräserbahn auf der Kontur prüfen.

2.5D-Liniengrafik

Bei der 2.5D-Liniengrafik werden die Werkzeugbewegungen in der wirksamen Hauptebene und in den Projektionen dargestellt. Über eine Maschinenkonstante kann zwischen Euro- und USA-Projektion gewählt werden.

Ein kleines zusätzliches Fenster erlaubt die Darstellung einer 3D-Liniengrafik.

Bei diesem Grafikmodus lassen sich nicht nur die Kontur und die Fräserbahn auf der Kontur, sondern auch die Bewegungen in der Werkzeugachse prüfen.

Für die 2D- und 2.5D-Liniengrafik ist eine Kreuzfaden-Funktion vorgesehen, zum Prüfen der Werkstückmaße. Die Lage des Fadenkreuzes wird im oberen Fenster angezeigt.

3D-Liniengrafik und perspektivische Ansicht

Bei der 3D-Liniengrafik und der perspektivischen Ansicht werden die Werkzeugbewegungen in einer räumlichen Werkstückdarstellung sichtbar gemacht.

Bei der 3D-Liniengrafik bleiben parallel verlaufende Geraden immer parallel und bei der perspektivischen Ansicht begegnen sich die Geraden in einem entfernten Punkt.

Bei beiden Grafikmodi läßt sich das Werkstück um die drei Hauptachsen drehen, damit es unter verschiedenen Blickwinkel betrachtet werden kann.

VOLLFLÄCHENGRAFIK

Bei der Vollflächengrafik wird ein Festkörpermodell des Werkstücks in entweder 2D- oder 2.5D-Ansicht dargestellt. Im jeweiligen Modell wird die Bearbeitung des Werkstücks sichtbar gemacht. Bei Eilgangbewegungen kann evtl. eine Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück erkannt werden,

ebenso wie eine Kollision mit Maschinenteilen, sofern sie im Grafikmodell programmiert wurden.

Unterschiedlichen Bearbeitungstiefen werden durch unterschiedliche Farben wiedergegeben.

Zum Vergrößern bzw. Verkleinern des Fensters für die Werkstückdarstellung ist eine Zoom-Funktion vorgesehen.

Ein Achsenkreuz ist nicht vorgesehen. Messungen am Bildschirm können entweder bei der Liniengrafik oder bei der Werkstückdarstellung vorgenommen werden.

KOLLISIONSERKENNUNG BEI VOLLFLÄCHENGRAFIK

Für die Kollisionserkennung werden nicht die programmierten Konturen der Maschinenteile verwendet, sondern es wird das kleinstmögliche Rechteck berechnet, das die gesamten Maschinenteile umfaßt. Wenn festgestellt wird, daß ein Werkzeug in dieser Rechteck hineinfährt, so erfolgt eine Warnmeldung.

Zum Erzeugen einer Kollisionsmeldung während der grafischen Simulation muß die Funktionstaste Kollision erkennen gedrückt werden. Wird die Taste nicht gedrückt, so überschreibt das grafische Werkzeug den Maschinenteil.

WERKSTÜCKDARSTELLUNG

Bei der Werkstückdarstellung wird das gesamte Programm schnell von der Steuerung ausgeführt, wonach das Werkstück und seine Schnittdarstellung dargestellt werden. Der Anwender kann die gewünschte Schnittdarstellung auswählen und den Kreuzfaden auf den zu prüfenden Punkt bewegen.

107.3 Grafische Programmierunterstützung

Beim Programmieren der Steuerung, d.h. bei der Eingabe eines Programms in die Steuerung, stehen zwei Arten von Unterstützung zur Verfügung:

a. Statische Bilder

Diese Bilder erläutern die zur ausgewählten G-Funktion gehörenden Adressen. Sie erlauben "geführte Eingabe" und "Eingabe im Dialogbetrieb".

b. Dynamische Grafik

Bei "geführter Eingabe" und Eingabe im Dialogbetrieb" werden in einer 2D-Liniengrafik die programmierte Kontur und die Fräserbahn auf der Kontur dargestellt.

Nachdem einige Programmsätze eingegeben sind, läßt sich die Auswirkung dieser Sätze auf den Programmablauf mit Hilfe der dynamischen Grafik erkennen, so daß eventuelle Änderungen sofort vorgenommen werden können.

Bei diesem Grafikmodus wird das im G195-Satz definierte Fenster verwendet.

c. Interaktive Konturprogrammierung (ICP)

Beim ICP-Modus kann die dynamische Grafik zur Anzeige der einzelnen Programmsätze am Bildschirm benutzt werden. Es werden nicht nur die abgearbeiteten Programmsätze angezeigt, sondern auch die verschiedenen Wahlmöglichkeiten werden angegeben, wie z.B. der Schnittpunkt einer Geraden und eines Kreises oder zweier Kreise.

Wenn bestimmte Elemente nicht gezeichnet werden können, so werden beim ICP-Modus in einem Sonderfenster bis zu drei Elemente angezeigt, die zwar programmiert sind aber bislang nicht verwendet werden konnten. Erst nachdem die Steuerung die Endpunkte der Sätze errechnen kann,

werden sämtliche Elemente angezeigt.

Beim ICP-Modus wird, abhängig von der größe von das ICP-Kontur, einem Sonderfenster für den Geometrieabschnitt des Programms verwendet.

108. Werkzeugspeicher

Der Werkzeugspeicher der Steuerung dient zum Speichern der Werkzeugmaße und weiterer werkzeugbezogener Parameter. Der Speicher kann sowohl innerhalb als außerhalb einer FMS-Umgebung verwendet werden.

Dieser Abschnitt gibt eine allgemeine Beschreibung der im Werkzeugspeicher abgelegten Parameter. Für die an der Werkzeugmaschine vorgesehenen Überwachungsvorrichtungen sei auf die Maschinenunterlagen verwiesen. Für die Eingabe der Werkzeugdaten in den Speicher sei auf die Bedienungsanleitung der Steuerung verwiesen.

WERKZEUGMAGAZIN MIT FREIEM ZUGRIFF

Bei einem Werkzeugmagazin das beliebig gefüllt werden kann muß vor Anfang des ersten Programmablaufs eine Tabelle im Werkzeugspeicher der Steuerung angelegt werden, in die für jedes Werkzeug sein Platz im Magazin sowie die entsprechende Kennummer eingetragen wird.

Beim Werkzeugwechsel (M6) wird das programmierte Werkzeug aus dem Magazin entnommen und das gebrauchte Werkzeug an den leeren Platz des entnommenen Werkzeug zurückgebracht. Die Werkzeugplatztabelle wird automatisch von der CNC auf den letzten Stand gebracht.

PLATZ DES WERKZEUGS IM MAGAZIN (P)

Mit dem 3-stelligen P-Wort wird der Platz des Werkzeugs im Magazin angegeben. Platz 1 wird mit P1 angegeben, Platz 2 mit P2, usw. Die tatsächliche Anzahl der Werkzeugplätze im Magazin wird als Maschinenkonstante gespeichert.

ÜBERGROßE WERKZEUGE (S)

Mit dem S-Wort wird angegeben, ob es sich um ein Werkzeug handelt das einen Platz im Werkzeugmagazin einnimmt (SO) oder um ein übergroßes Werkzeug, das drei Plätze einnimmt, d.h. ein Platz an dem das Werkzeug abgelegt wird und zwei leere Plätze links und rechts vom Werkzeug. Ein derartiges Werkzeug muß nach seinem Einsatz wieder an den gleichen Platz im Magazin zurückgebracht werden.

WERKZEUGNUMMER (T)

Das Werkzeug wird mit der Werkzeugnummer gekennzeichnet. Die Nummer wird mit der Adresse T und einer 10-stelligen Zahlenwert eingegeben. Die 8 Stellen vor dem Dezimalpunkt sind für die Werkzeugnummer vorgesehen, die 2 Stellen nach dem Dezimalpunkt zur Kennzeichnung des zugehörigen Ersatzwerkzeugs.

ERSATZWERKZEUG

Ein Ersatzwerkzeug wird eingesetzt, wenn die Standzeit des Bearbeitungswerkzeugs abgelaufen ist oder wenn für das Werkzeug die niedrigste Leistungsgrenze der Werkzeugschnittkraftüberwachung (falls vorhanden) überschritten ist.

Das Ersatzwerkzeug wird durch die letzten zwei Stellen der Werkzeugnummer gekennzeichnet. Es können einem bestimmten Werkzeug somit bis zu 99 Ersatzwerkzeuge zugeordnet werden.

WERKZEUGABMESSUNGEN (L, L1=, L2=, R, R1=, R2=, C, C1=, C2=)

Ein Werkzeug kann eine Länge (L-Wort) und zwei zusätzliche Längen (L1= und L2=), einen Radius (R-Wort) und zwei zusätzliche Radien (R1= und R2=) sowie einen Eckenradius (C-Wort) und zwei zusätzliche Eckenradien (C1= und C2=) aufweisen.

Für das Aktivieren der zusätzlichen Werkzeugkorrekturen siehe die Beschreibung des T-Wortes.

Hinweis: Die Länge wird bei der Längenkorrektur benutzt, der Radius bei der Radiuskorrektur (G41-G44 bzw. G141) und der Eckenradius bei der 3D-Radiuskorrektur (G141).

GRAFIKPARAMETER (G)

Dieser Parameter dient zum Definieren der Werkzeugform. Die verfügbaren Formen werden bei der Eingabe der Werkzeugdaten in den Werkzeugspeicher angezeigt.

Die Werkzeugform wird bei der grafischen Simulation eines Teileprogramms benutzt.

WERKZEUGTYP (Q3=)

Der Werkzeugtyp-Parameter im Werkzeugspeicher (Q3=) und der Parameter Q3= in der Technologietabelle müssen gleich sein.

Werden beim Anfordern eines Technologievorschlags der Werkstoff, die Bearbeitungsart und die Werkzeugnummer eingegeben, so wird dieser Parameter automatisch dem Werkzeugspeicher entnommen.

ANZAHL DER WERKZEUGSCHNEIDEN (Q4=)

Dieser Parameter gibt die Zahl der Werkzeugschneiden an.

Wird bei der Eingabe eines Programms über die Steuerung ein Technologievorschlag angefordert, so wird dieser Parameter automatisch dem Werkzeugspeicher entnommen, vorausgesetzt die Werkzeugnummer und der Parameter Q3= wurden bereits eingegeben.

FREIGEBEN/SPERREN EINES WERKZEUGS (E)

Mit dem E-Wort wird angegeben, ob das Werkzeug eingesetzt werden kann oder nicht.

E-1 Das Werkzeug ist gesperrt. Dieser Parameter wird von der Steuerung gesetzt, wenn die Werkzeugstandzeit abgelaufen ist, oder, wenn für das Werkzeug die niedrigste Leistungsgrenze der Werkzeugschnittkraftüberwachung überschritten ist.

E0: Das Werkzeug kann eingesetzt werden, wird jedoch nicht gemessen. E1 Das Werkzeug kann eingesetzt werden und wird gemessen

WERKZEUGSTANDZEIT-ÜBERWACHUNG (M, M1=, M2=)

Mit dem Wort M2= wird angegeben, ob die Standzeit eines bestimmten Werkzeugs überwacht werden soll oder nicht.

M2=0: keine Werkzeugstandzeitüberwachung
M2=1: Werkzeugstandzeitüberwachung

Mit dem M-Wort wird dem Werkzeug eine bestimmte Standzeit in Minuten zugeordnet. Die gespeicherte Standzeit liegt im Bereich 1 bis 9999 Minuten.

Immer, wenn das Werkzeug eingesetzt wird, wird seine Standzeit im Speicher um die Schnittzeit verringert. Die verbleibende Standzeit wird mit dem Wort M1= angezeigt.

Nach Ablauf der Standzeit wird eine Warnmeldung ausgegeben, so daß das Werkzeug ersetzt und der E-Parameter im Werkzeugspeicher auf -1 eingestellt werden kann, zur Angabe, daß das Werkzeug gesperrt ist.

Wird das gleiche Werkzeug nochmals eingesetzt, so wird - je nach der Maschinenkonfiguration entweder der Programmablauf unterbrochen oder das Ersatzwerkzeug eingewechselt

Über eine bestimmte Maschinenkonstante wird festgelegt, daß die Standzeit der Werkzeuge überwacht werden soll.

WERKZEUGBRUCH-ÜBERWACHUNG (B, B1=)

Die Werkzeuglänge wird mit Hilfe einer an der Werkzeugmaschine angebrachten externen Vorrichtung gemessen, und zwar beim Einwechseln des Werkzeugs in die Spindel und nochmals wenn das Werkzeug an seinen Platz im Magazin zurückgebracht wird. Wenn die Differenz zwischen den beiden Meßwerten größer ist als ein bestimmter Toleranzwert, so erfolgt eine Fehlermeldung und das Werkzeug wird gesperrt.

Der Toleranzwert wird mit dem B-Wort in den Werkzeugspeicher eingegeben.

Mit dem Wort B1= wird angegeben, ob ein bestimmtes Werkzeug auf Werkzeugbruch hin überwacht werden soll oder nicht.

B1=0: keine Werkzeugbruchüberwachung
B1=1: Werkzeugbruchüberwachung

Über eine bestimmte Maschinenkonstante wird festgehalten, daß die Werkzeuge auf Werkzeugbruch hin überwacht werden sollen.

WERKZEUGSCHNITTKRAFT-ÜBERWACHUNG

Die auf ein bestimmtes Werkzeug ausgeübte Schnittkraft kann mit Hilfe einer an der Werkzeugmaschine angebrachten externen Vorrichtung überwacht werden, indem die Antriebsleistung der Spindel dauernd gemessen wird. Wird eine Überlastung festgestellt, erfolgen geeignete Maßnahmen um Schaden am Werkstück oder Werkzeug vorzubeugen.

Hinweise:

1. *Die Schnittkraftüberwachung wird normalerweise nur bei schweren Schnitten eingesetzt, in der Regel bei Werkzeugen mit d > 10 mm.*

2. *Für die Wirkungsweise der Schnittkraftüberwachung sei auf den Abschnitt mit der Beschreibung der Werkzeugnummer (T) verwiesen.*

3. *Über eine bestimmte Maschinenkonstante wird festgehalten, daß die Schnittkraft der Werkzeuge überwacht werden soll.*

LEISTUNGSGRENZEN

Für jedes Werkzeug kann eine Gruppe von drei Leistungsgrenzen festgelegt werden. Die Grenzen sind durch Faktoren wie Werkzeugtyp, Werkstoff und Bearbeitungsart bestimmt. Der Überwachungsspeicher kann bis zu 99 Gruppen von Leistungsgrenzen aufnehmen. Das Überwachungssystem gibt mittels eines Ausgangssignals bekannt, welche Leistungsgrenze überschritten wurde.

NIEDRIGSTE LEISTUNGSGRENZE ÜBERSCHRITTEN

Überschreitet die Schnittkraft die niedrigste Leistungsgrenze, so bedeutet dies, daß das Werkzeug abgenutzt ist. Die CNC gibt eine Warnmeldung aus, erlaubt jedoch die Fortsetzung der Bearbeitung mit demselben Werkzeug bis zum nächsten Werkzeugwechsel oder bis eine weitere Leistungsgrenze überschritten wird. Das E-Wort im Speicher wird auf -1 eingestellt zur Angabe, daß das Werkzeug gesperrt ist.

Wird das Werkzeug nochmals eingesetzt, erfolgt eine Fehlermeldung oder es wird das zugeordnete Ersatzwerkzeug (falls vorhanden) eingewechselt.

MITTLERE LEISTUNGSGRENZE ÜBERSCHRITTEN

Überschreitet die Schnittkraft die mittlere Leistungsgrenze, so wird durch die CNC sofort der Befehl Vorschub/Spindel-Halt ausgegeben und eine Fehlermeldung ausgelöst. Diese Situation bedarf dem Eingriff des Bedieners.

HÖCHSTE LEISTUNGSGRENZE ÜBERSCHRITTEN

Überschreitet die Schnittkraft die höchste Leistungsgrenze, so bedeutet dies, daß die maximal zulässige Schnittkraft überschritten wurde und es erfolgt ein Not-Aus. Diese Situation bedarf dem Eingriff des Bedieners.

109. Maschinenkonstanten

Allgemeines

MC 11 : Definition der beim Einschalten der Steuerung wirksamen Ebene
=17: XY-Ebene; =18: XZ-Ebene; =19: YZ-Ebene

MC 19 : Projektionsart bei 2.5D-Grafik
=0 Euro-Projektion
=1 USA-Projektion

MC 20 : Achsenkonfiguration bei 2D- und 2.5D-Grafik
G17 X-Achse horizontal und Y-Achse vertikal
G18 Z-Achse horizontal und X-Achse vertikal
G19 Y-Achse horizontal und Z-Achse vertikal
=0 Nullpunkt unten links
=1 Nullpunkt oben links
=3 Nullpunkt oben rechts
=4 Nullpunkt unten rechts

MC 78 : M13 und M14 werden von der Steuerung erkannt

MC 82 : Maximale Anzahl der definierten Punkte, die in der Steuerung gespeichert werden können

MC 83 : Maximale Anzahl der E-Parameter, die in der Steuerung gespeichert werden können

MC 84 : Maximale Anzahl der erweiterte Nullpunktverschiebung (G54 I[nr]), die in der Steuerung gespeichert werden können. Wenn dieser Wert Null ist, wird die standard (G54...G59) Nullpunktverschiebung aktive.

MC 85 : Maximale Anzahl der Teileprogramme und Makros, die in der Steuerung gespeichert werden können

MC 135 : Schwellwert der Vorschubbegrenzung

MC 136 : Eckenfreigabeabstand

MC 137 : Maximaler Eckenfehler

Programmierung

MC 707 : =70 Einschaltstellung der Steuerung ist Zoll-Betrieb
=71 Einschaltstellung der Steuerung ist metrischer Betrieb

MC 711 : Winkel für Zwischenkreis

MC 714 : Art der Parameter für Vergrößern/Verkleinern sowie die betroffenen Achsen
=0 Vergrößern/Verkleinern um Faktor; nur Hauptachsen
=1 Vergrößern/Verkleinern um Prozentsatz; nur Hauptachsen
=2 Vergrößern/Verkleinern um Faktor; Hauptachsen und Werkzeugachse
=3 Vergrößern/Verkleinern um Prozentsatz; Hauptachsen und Werkzeugachse

MC 715 : Format des Faktors bei Vergrößern/Verkleinern

MC 719 : Radius Faktor für Nachbearbeiten bei Taschenfräsen (101-200%)

MC 720 : Überlappungsparameter bei Taschenfräsen (Schnittbreite)

MC 723 : Einfahrrampe bei G84

MC 724 : Verweilzeit am Bohrungsgrund bei Gewindebohren G84

MC 727 : Minimale Spindeldrehzahl für Einfahrrampe bei G84

MC 728 : Steigungsabnahme bei Gewindebohren G84

MC 740 : Maximaler Vorschub

Messen mit Hilfe eines Berührungstasters

MC 840 : Meßtaster eingewechselt

MC 841 : Meßtastertyp
=0 induktiver Meßtaster
=1 Meßtaster mit Fernsignalisierung (z.B. ein Infrarottaster)
=4 festverdrahteter Meßtaster

MC 842 : Blasluftdauer vor der Messung

MC 843 : Meßvorschub

MC 844 : Vormeßdistanz

MC 845 : Nachmeßdistanz

MC 846 : Anzeigefeinheit für Drehachse beim Ausrichten der Achse

MC 847 : Breite des festen Meßtasters

MC 848 : Radius-Kalibrierring

MC 850 : Kollisionsschutz für Meßtaster
=0 bei allen Verfahrbewegungen, außer der Meßbewegung
=1 bei allen Vorschubbewegungen, außer der Meßbewegung
=2 bei allen Verfahrbewegungen, außer der Meßbewegung und dem Rückzug nach der Messung

MC 851 : Verzögerungszeit für den Kollisionsschutz

Werkzeughandhabung

MC 27 : Anzahl der Werkzeuge im Werkzeugspeicher

MC 28 : Anzahl der Plätze im Werkzeugmagazin

MC 29 : Werkzeugstandzeitüberwachung eingeschaltet

MC 31 : Schnittkraftüberwachung eingeschaltet

MC 32 : Werkzeugbruchüberwachung eingeschaltet

Externer Programmaufruf

MC 42 : =0 kein externer Programmaufruf
=1 feste Zuordnung des Programmnamens
=2 variable Zuordnung des Programmnamens

MC 43 : Beim externen Programmaufruf, die Zahl der variablen Zuordnungen, die in der Steuerung abgespeichert werden können

MC 44 : =0 Die Ausführung von G14 und G29 erfolgt wie in der Anleitung beschrieben. Sie kann nicht von außen beeinflußt werden
=1 Die Ausführung von G14 und G29 erfolgt wie in der Anleitung beschrieben. Sie kann jedoch von außen beeinflußt werden

Kommunikation

MC 771 : =0 keine Satznummernprüfung
=1 Prüfung auf gleiche Satznummern

MC 772 : =0 keine Syntaxprüfung des eingegebenen Satzes
=1 Gültigkeitsprüfung des eingegebenen Satzes

MC 773 : =0 Satznummern < 9000
=1 Satznummern >= 9000

110. Externe Auswahl eines Teileprogrammes

Beim Einsatz automatischer Werkstückwechsler, z.B. Pallettenstationen, muß ein neues Teileprogramm ohne Bedienereingriff aufgerufen und ausgeführt werden.

Die externe Teileprogrammauswahl bietet folgende Möglichkeiten:

- Zuordnen einer bestimmten Identifikation zu jedem Teileprogramm.
- Speichern der Identifikation des nächsten Programms während der Ausführung eines Teileprogramms.
- Aufruf des angeforderten Teileprogramms nach Abschluß des laufenden Programms (nach M30).
- Ausführen des Programms nach einem externen Startbefehl.

Die externe Auswahl eines Teileprogramms kann auf zweierlei Weise erfolgen:

1. FESTE ZUORDNUNG

Die letzten zwei Stellen der Identifikationsnummer des Teileprogramms werden über das Maschinenanpaßteil in die Steuerung eingegeben.

Die Beziehung zwischen dem Aufspannungsnullpunkt C und dem Maschinennullpunkt Mi wird mit einer der Funktionen für die Nullpunktverschiebungen (G54 bis G59, G54 I[nr]) und Achsenwert setzen (G52) im Teileprogramm festgelegt.

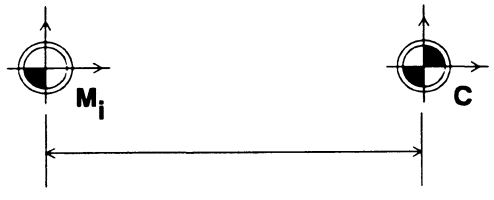
2. VARIABLE ZUORDNUNG

Dem Teileprogramm wird eine bestimmte dreistellige Identifikationsnummer zugeordnet. Die drei Ziffern werden über das Maschinenanpaßteil in die Steuerung eingegeben.

Im sogenannten externen Programmaufrufspeicher der Steuerung werden folgende Daten abgelegt:

- Die genannte Kennummer (E-Wort). Das E-Wort liegt im Bereich 0 bis 999, d.h. es können 1000 Programme zugewiesen werden. Die E-Wörter werden nach steigenden Nummern im Speicher abgelegt. Über eine Maschinenkonstante wird festgehalten, wie viel Zuweisungen im Speicher abgelegt werden können.
- Die Identifikationsnummer (N-Wort) des Teileprogramms, das bei der Auswahl des E-Wortes aufgerufen wird.
- Die Pallettenverschiebungen für die beim Werkstück verwendete Pallette.

PALLETTENVERSCHIEBUNGEN BEI VARIABLER ZUWEISUNG



PALETTENVERSCHIEBUNGEN NB8613

Die Pallettenverschiebungen sind auf den sekundären Maschinennullpunkt Mi bezogen. Sie definieren den Aufspannungsnullpunkt C.

Nach einem externen Programmaufruf werden die Pallettenverschiebungen in den Speicher für die

Nullpunktverschiebungen unter G52 geladen, wobei diese Funktion automatisch aktiviert wird.

Wegen der automatischen Aktivierung von G52 empfiehlt es sich, jedes Teileprogramm mit G51 zu beenden. Dadurch wird vermieden, daß die Pallettenverschiebungen aus einem vorherigen Programm im nächsten Programm verwendet werden.

Hinweis:

Es sollen zwei Maschinenkonstanten gesetzt werden:

- eine zum Aktivieren des externen Programmaufrufs und zur Angabe der Zuweisungsart
- eine zur Angabe, wie viel Zuweisungen im Steuerungsspeicher abgelegt werden können.

111. Änderungen in V330 gegenüber früheren Versionen

Zugefügt:

-**G326** für Abfragen aktueller Positionswerte

Geänderte Funktionen:

-Programme, die größer als 100 KByte sind, werden bei Hauptprogramm-Aufruf **(G23)** im CAD-Mode bearbeitet. Die Programme werden nicht im Arbeitsspeicher gespeichert.

-Die Verrechnung der Meßwerte **(G50)** ist erweitert mit einer Ausrichtmöglichkeit für Sondermaschinen, wobei die C-Achse 90 Grad gedreht werden kann.

-Wenn die Maschinenposition (MC3145-3154, MC3245-3254 usw.) Null ist, erfolgt im Satz **G74** keine Bewegung.

-Abfragen Werkzeug- oder Nullpunktverschiebungswerte **(G149)** wurde erweitert:
-Die Reststandzeit (T3) kann abgefragt werden.
-Abfragen aktuelle Positionswerte.
-Werkzeugstatus (E) wurde erweitert.

-Ändern Werkzeug- oder Nullpunktverschiebungswerte **(G150)** wurde erweitert.
-Die Reststandzeit (T3) kann geändert werden.
-Werkzeugstatus (E) wurde erweitert.

-Erweiterte Grafik-Konturbeschreibung für das Zeichnen von Konturen **(G199 B3)**.

-Die Berechnung von die universellen Taschenzyklen **(G200 und G202)** wird beendet mit G202 oder M30. Beim nächsten G200 wird wieder bis G202 oder M30 weitergerechnet.

112. Anwendungsbeispiele

112.1 Reibzyklus mit separatem Austrittsvorschub

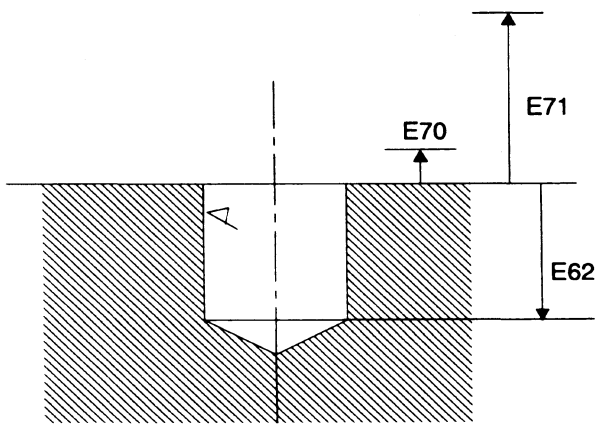
Einführung

Im Reibzyklus G85 der Steuerung wird der Eintritt in die Bohrung mit dem programmierten Vorschub ausgeführt und der Austritt mit dem gleichen Vorschub.
Zur Einsparung von Bearbeitungszeit kann eine Zykluserweiterung vorgenommen werden, die es erlaubt den Eintritt in die Bohrung mit Vorschub und den Austritt mit höherem Vorschub auszuführen.

Parameter zu diesem Zyklus

E60: Code für die Ebene
=17 für XY-Ebene
=18 für XZ-Ebene
=19 für YZ-Ebene

Parameter E60 sollte einmalig im Programm eingestellt werden. So lange die Ebene nicht gewechselt oder der Parameter nicht für andere Zwecke benutzt wird, bleibt sein Wert unverändert und kann von den Makros benutzt werden.



NB8498

Bedeutung der Parameter

E50: X-Koordinate der Lage für den Zyklus
E51: Y-Koordinate der Lage für den Zyklus
E52: Z-Koordinate der Lage für den Zyklus

E50, E51 und E52 sind absolute Koordinaten.

E62: Tiefe

E70: Sicherheitsabstand
E71: Rückzugsabstand
E72: Verweilzeit (in Sekunden) am Boden
E73: Vorschubgeschwindigkeit der Bearbeitung
E74: Austrittsvorschub

Hinweise:

1. Sämtliche Koordinaten und Abstände stellen Millimeter oder Zollwerte dar, je nachdem ob das Programm in metrischen bzw. Zollmaßen abgefaßt ist.

2. Bei allen Abständen sollte das Vorzeichen berücksichtigt werden.
   +: in positiver Richtung der Achse
   -: in negativer Richtung der Achse

3. Der Vorschub ist:
   -bei aktiver G94 in mm/min (bzw. Zoll/min)
   -bei aktiver G95 in mm/Umdr. (bzw. Zoll/Umdr)

4. Sämtliche Parameter müssen beim Makro-Aufruf definiert sein

Lokale Parameter: E90 für den unbedingten Sprung
E91 verwendet beim relationalen Ausdruck
E92 bis E99 unterschiedliche Bedeutungen

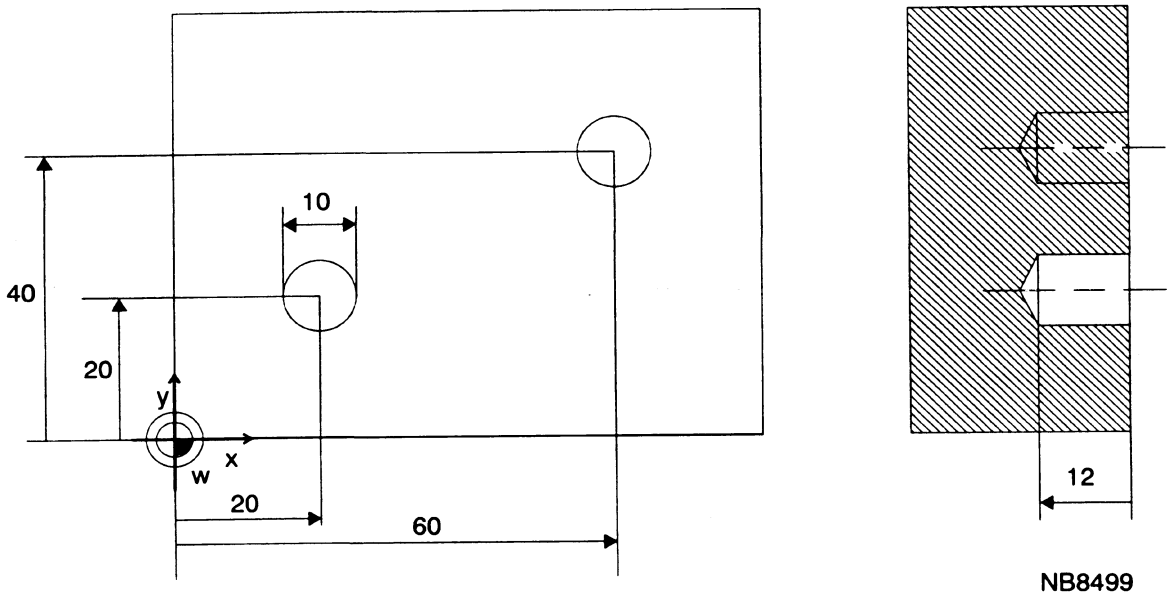
Anweisungen zur Zyklusverwendung

Zum Zeitpunkt des Aufrufs muß das Teileprogramm für den Betrieb in Absolutmaßen eingestellt sein (G90 aktiv).

Das Makro

```
N99085 (REIBZYKLUS MIT AUSTRITTSVORSCHUB)
N1 E90=1 E95=E52 E99=20
N2 G29 E91=E60=17 E91 N=6
N3 E95=E51 E99=14
N4 G29 E91=E60=18 E91 N=6
N5 E95=E50 E99=8
N6 E92=E95+E70 E93=E95+E62 E94=E95+E71
N7 G29 E90 K0 N=E99
N8 G0 X=E92 (ZYKLUS IN X-ACHSE)
N9 G1 X=E93 F=E73
N10 G4 X=E72
N11 G1 X=E92 F=E74
N12 G0 X=E94
N13 G29 E90 K0 N=25
N14 G0 Y=E92 (ZYKLUS IN Y-ACHSE)
N15 G1 Y=E93 F=E73
N16 G4 X=E72
N17 G1 Y=E92 F=E74
N18 G0 Y=E94
N19 G29 E90 K0 N=25
N20 G0 Z=E92 (ZYKLUS IN Z-ACHSE)
N21 G1 Z=E93 F=E73
N22 G4 X=E72
N23 G1 Z=E92 F=E74
N24 G0 Z=E94
N25 F=E73
```

Anwendungsbeispiel



NB8499

Zwei zu reibende Löcher

Die zwei Bohrungen im Bild sollen gebohrt und gerieben werden. Im Teileprogramm werden der feste Zyklus für das Bohren und das Makro für das Reiben (N99085) verwendet. Die Teileoberfläche entspricht der Ebene Z=O.

Das Teileprogramm könnte lauten:

```
N99185 (BEISPIEL MAKRO ZUM REIBEN)
N1 G54 E60=17
N2 T1 M6 (BOHRER LADEN)
N3 G81 Y2 Z-15 F200 S500 M3
N4 G79 X20 Y20 ZO
N5 G79 X60 Y40
N6 E62=-12 E70=2 E71=0 E72=0 E73=100 E74=500
N7 E50=20 E51=20 E52=0 S600 T2 M6 (REIBAHLE LADEN)
N8 G22 N=99085
N9 E50=60 E51=40
N10 G22 N=99085
N11 M30
```

112.2 Aufbohrzyklus ohne Rückzugsritz

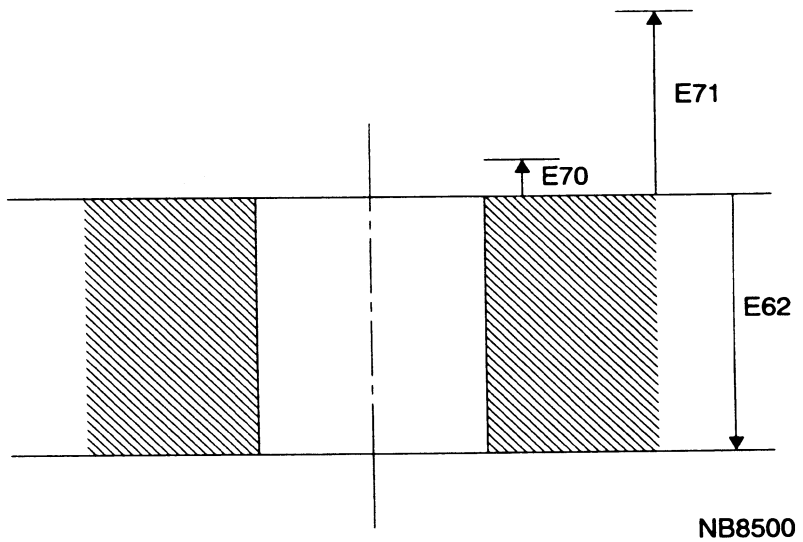
Einführung

Im Aufbohrzyklus G86 der Steuerung wird die Spindel gestoppt und beim Rückzug des Werkzeuges ergibt sich ein Rückzugsritz an der Bohrungswand.
Mit der Funktion "orientierter Spindel Halt" (M19) wird die Spindel an einer eindeutigen Position gestoppt. Indem das Werkzeug aus der Bohrungsmitte positioniert wird läßt sich der Ritz an der Bohrungswand beim Rückzug vermeiden.
Zu diesem Zweck wird der Aufbohrzyklus mit Hilfe eines Makros erweitert.

Parameter zu diesem Zyklus

E60: Code für die Ebene
=17 für XY-Ebene
=18 für XZ-Ebene
=19 für YZ-Ebene

Parameter E60 sollte einmalig im Programm eingestellt werden. So lange die Ebene nicht gewechselt oder der Parameter nicht für andere Zwecke benutzt wird, bleibt sein Wert unverändert und kann von den Makros benutzt werden.



Bedeutung der Parameter

E50: X-Koordinate der Lage für den Zyklus
E51: Y-Koordinate der Lage für den Zyklus
E52: Z-Koordinate der Lage für den Zyklus
E50, E51 und E52 sind absolute Koordinaten.
E62: Tiefe
E70: Sicherheitsabstand
E71: Rückzugsabstand
E72: Verweilzeit (in Sekunden) am Boden
E73: Vorschubgeschwindigkeit der Bearbeitung
E75: Spindeldrehzahl in Umdr/min
E76: Spindeldrehrichtung
= 3 für Drehung im Uhrzeigersinn (M3)
= 4 für Drehung im Gegenuhrzeigersinn (M4)
E77: Verfahrbewegung in der X-Achse (G17 oder G18) oder Y-Achse (G19)
E78: Verfahrbewegung in der Y-Achse (G17) oder Z-Achse (G18 oder G19)

Hinweise:

1. Sämtliche Koordinaten und Abstände verstehen sich als Millimeter oder Zoll, je nachdem ob das Programm in metrischen bzw. Zollmaßen abgefaßt ist.

2. Bei allen Abständen sollte das Vorzeichen berücksichtigt werden.
   +: in positiver Richtung der Achse
   -: in negativer Richtung der Achse

3. Der Vorschub ist:
   - bei aktiver G94 in mm/min (bzw. Zoll/min)
   - bei aktiver G95 in mm/Umdr. (bzw. Zoll/Umdr).

4. Sämtliche Parameter müssen beim Makro-Aufruf definiert sein.

Lokale Parameter: E90 für den unbedingten Sprung
E91 verwendet beim relationalen Ausdruck
E92 bis E99 unterschiedliche Bedeutungen

Werkzeugbewegungsablauf

1. Werkzeug in der Werkzeugachse im Eilgang auf den Punkt fahren, an dem die Vorschubbewegung beginnt
2. Werkzeug mit Vorschub auf Tiefe fahren
3. Orientierter Spindel-Halt nach der programmierten Verweilzeit
4. Werkzeug aus der Mitte fahren
5. Werkzeug aus der Bohrung herausziehen
6. Werkzeug wieder auf die Mitte fahren
7. Spindel erneut starten

Das Makro

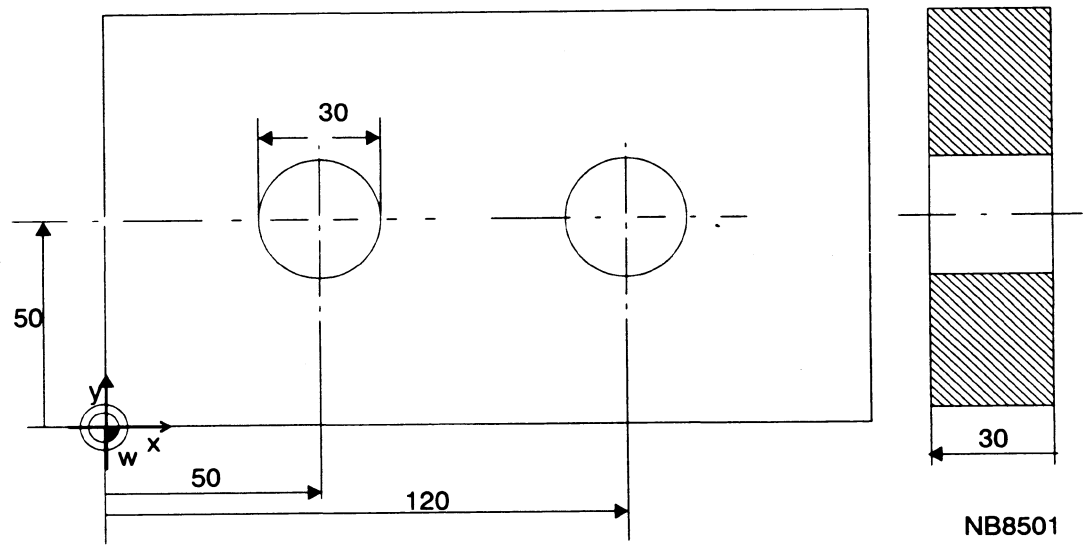
```
N99086 (AUFBOHRZYKLUS OHNE RüCKZUGSRITZ)
N1 E90=1 E95=E52 E97=E50 E98=E51 E99=23
N2 G29 E91=E60=17 E91 N=6
N3 E95=E51 E98=E52 E99=16
N4 G29 E91=E60=18 E91 N=6
N5 E95=E50 E97=E51 E99=9
N6 E92=E95+E70 E93=E95+E62 E94=E95+E71
N7 E97=E97+E77 E98=E98+E78
N8 G29 E90 K0 N=E99
N9 G0 X=E92 (ZYKLUS IN X-ACHSE)
N10 G1 X=E93 F=E73
N11 G4 X=E72 M19
N12 G0 Y=E97 Z=E98
N13 X=E94
N14 Y=E51 Z=E52
N15 G29 E90 K0 N=29
N16 G0 Y=E92 (ZYKLUS IN Y-ACHSE)
N17 G1 Y=E93 F=E73
N18 G4 X=E72 M19
N19 G0 X=E97 Z=E98
N20 Y=E94
N21 X=E50 Z=E52
N22 G29 E90 K0 N=29
N23 G0 Z=E92 (ZYKLUS IN Z-ACHSE)
N24 G1 Z=E93 F=E73
N25 G4 X=E72 M19
```

```
N26 G0 X=E97 Y=E98
N27 Z=E94
N28 X=E50 Y=E51
N29 S=E75 M=E76
```

Anweisungen zur Verwendung des Aufbohrzyklus

1. Die Spindelposition mit dem orientierten Spindel-Halt sollte dem Teileprogrammierer genau bekannt sein. Den Wegmaßen (E77 und E78) ist ein Vorzeichen zuzuordnen, damit das Werkzeug korrekt aus der Bohrung herausgefahren wird.
   Wenn z.B. das Werkzeug auf 12 Uhr stoppt, so können die Wegmaße E77=0 (X) und E78=-5 (Y) sein. In diesem Fall wird das Werkzeug um 5 mm aus der Mitte in negativer Richtung der Y-Achse positioniert.
2. Wenn ein Rückzugsritz an einer festen Stelle der Wand zulässig ist, so sind die Wegmaße 0, d.h. E77=0 und E78=0.
3. Mit M19 wird die Spindel an einer eindeutigen Position gestoppt. Wird für ein Werkzeug eine Winkeleinrichtung verwendet in einer anderen Richtung als die Z-Achse, so hängt es von der Werkzeugmaschine ab, ob das Werkzeug ebenfalls an einer eindeutigen Position gestoppt wird.
4. Zum Zeitpunkt des Aufrufs muß das Teileprogramm für den Betrieb in Absolutmaßen eingestellt sein (G90 aktiv).

Anwendungsbeispiel



Zwei Bohrungen die ohne Rückzugsritz aufgebohrt werden sollen

Die zwei Bohrungen sollen aufgebohrt werden. Zum Aufbohren ohne Rückzugsritz wird das Makro N99086 verwendet.

Es wird angenommen, daß:

- die Teileoberfläche der Ebene Z=0 entspricht
- die Spindel auf 12 Uhr stoppt

Das Teileprogramm könnte lauten:

```
N99186 (BEISPIEL AUFBOHREN OHNE RüCKZUGSRITZ)
N1 G54 E60=17
N2 E50=50 E51=50 E52=15 T1 M6 (BOHRSTANGE LADEN)
N3 E61=0 E62=-30 E70=5 E71=15 E72=0 E73=100
N4 E75=300 E76=3 E77=0 E78=-5 F100 S300 M3
N5 G22 N=99086
N6 E50=120
N7 G22 N=99086 M30
```

112.3 Hinterbohrzyklus

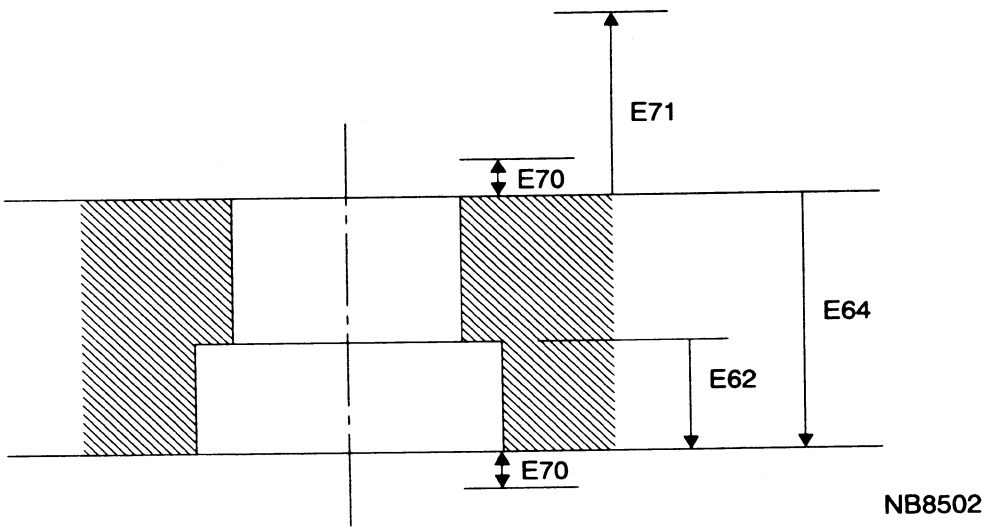
Einführung

Zuweilen muß eine Hinterbohrbearbeitung oder eine Hinterplanfräsbearbeitung ausgeführt werden. Dies kann mit Hilfe eines Makros erfolgen. Die Funktion "orientierter Spindel-Halt" wird dazu verwendet, die Spindel an einer eindeutigen Position zu stoppen, zum Eintritt in und Austritt aus der Bohrung.

Parameter zu diesem Zyklus

E60:Code für die Ebene
=17 für XY-Ebene
=18 für XZ-Ebene
=19 für YZ-Ebene

Parameter E60 sollte einmalig im Programm eingestellt werden. So lange die Ebene nicht gewechselt oder der Parameter nicht für andere Zwecke benutzt wird, bleibt sein Wert unverändert und kann von den Makros benutzt werden.



Bedeutung der Parameter

E50: X-Koordinate der Lage für den Zyklus
E51: Y-Koordinate der Lage für den Zyklus
E52: Z-Koordinate der Lage für den Zyklus

E50, E51 und E52 sind absolute Koordinaten.

E62: Tiefe (gleiches Vorzeichen wie E64)
E64: Abstand von der Teileoberfläche zur Oberfläche an der das Hinterbohren beginnt
E70: Sicherheitsabstand
E72: Verweilzeit (in Sekunden) am Boden
E73: Vorschubgeschwindigkeit der Bearbeitung
E75: Spindeldrehzahl in Umdr/min
E76: Spindeldrehrichtung
= 3 für Drehung im Uhrzeigersinn (M3)
= 4 für Drehung im Gegenuhrzeigersinn (M4)
E77: Verfahrbewegung in der X-Achse (G17 oder G18) oder Y-Achse (G19)
E78: Verfahrbewegung in der Y-Achse (G17) oder Z-Achse (G18 oder G19)

Hinweise:

1. Sämtliche Koordinaten und Abstände verstehen sich als Millimeter oder Zoll, je nachdem ob das Programm in metrischen bzw. Zollmaßen abgefaßt ist.

2. Bei allen Abständen sollte das Vorzeichen berücksichtigt werden.
   +: in positiver Richtung der Achse
   -: in negativer Richtung der Achse

3. Der Vorschub ist:
   - bei aktiver G94 in mm/min (bzw. Zoll/min)
   - bei aktiver G95 in mm/Umdr. (bzw. Zoll/Umdr).

4. Sämtliche Parameter müssen beim Makro-Aufruf definiert sein.

Lokale Parameter: E90 für den unbedingten Sprung
E91 verwendet beim relationalen Ausdruck
E92 bis E99 unterschiedliche Bedeutungen

Werkzeugbewegungsablauf

1. Werkzeug in der Werkzeugachse auf die Position fahren, die um den Sicherheitsabstand über der Teileoberfläche liegt Die Spindel wird an der orientierten Position gestoppt
2. Werkzeug aus der Mitte fahren
3. Werkzeug auf den Punkt fahren, an dem die Vorschubbewegung beginnt
4. Werkzeug auf die Mitte zurückfahren
5. Spindel starten und Vorschubbewegung ausführen
6. Spindel nach der Verweilzeit an der orientierten Position stoppen.
7. Werkzeug aus der Mitte fahren
8. Werkzeug aus der Bohrung herausziehen; die Position wird durch den Rückzugsabstand definiert
9. Werkzeug auf die Mitte zurückfahren und Spindel starten

Das Makro

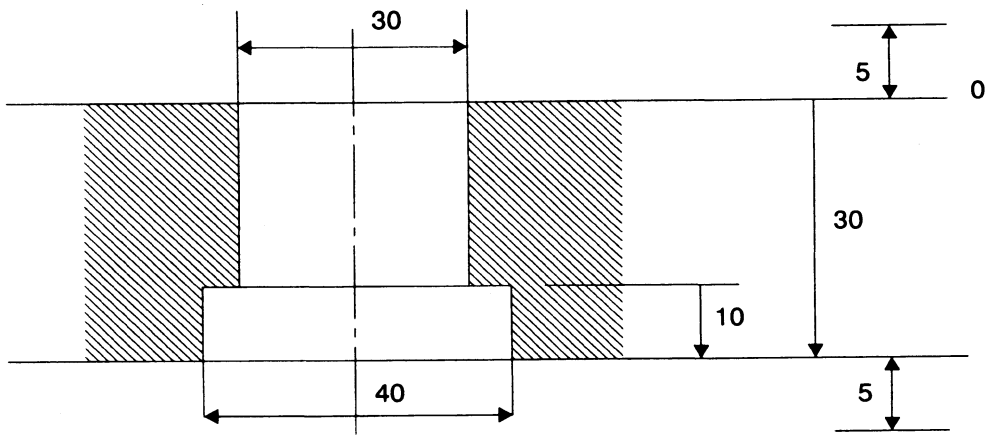
```
N99082 (HINTERBOHRZYKLUS)
N1 E90=1 E95=E52 E97=E50 E98=E51 E99=29
N2 G29 E91=E60=17 E91 N=6
N3 E95=E51 E98=E52 E99=19
N4 G29 E91=E60=18 E91 N=6
N5 E95=E50 E97=E51 E99=9
N6 E92=E95+E64 E93=E92-E62 E92=E92-E70 E94=E95+E71
N7 E96=E95+E70 E97=E97+E77 E98=E98+E78
N8 G29 E90 K0 N=E99
N9 G0 X=E96 M19 (ZYKLUS IN X-ACHSE)
N10 Y=E97 Z=E98
N11 X=E92
N12 Y=E51 Z=E52
N13 G1 X=E93 F=E73 S=E75 M=E76
N14 G4 X=E72 M19
N15 G0 Y=E97 Z=E98
N16 X=E94
N17 Y=E51 Z=E52
N18 G29 E90 K0 N=38
N19 G0 Y=E96 M19 (ZYKLUS IN Y-ACHSE)
N20 X=E97 Z=E98
N21 Y=E92
N22 X=E50 Z=E52
N23 G1 Y=E93 F=E73 S=E75 M=E76
N24 G4 X=E72 M19
N25 G0 X=E97 Z=E98
N26 Y=E94
```

```
N27 X=E97 Z=E98
N28 G29 E90 K0 N=38
N29 G0 Z=E96 M19 (ZYKLUS IN Z-ACHSE)
N30 X=E97 Y=E98
N31 Z=E92
N32 X=E50 Y=E51
N33 G1 Z=E93 F=E73 S=E75 M=E76
N34 G4 X=E72 M19
N35 G0 X=E97 Y=E98
N36 Z=E94
N37 X=E50 Y=E51
N38 S=E75 M=E76
```

Anweisungen zur Verwendung des Hinterbohrzyklus

1. Die Spindelposition mit dem orientierten Spindel-Halt sollte dem Teileprogrammierer genau bekannt sein. Den Wegmaßen (E77 und E78) sollte ein Vorzeichen zugeordnet werden, damit das Werkzeug korrekt aus der Bohrung herausgefahren wird.
   Wenn z.B. das Werkzeug auf 12 Uhr stoppt, so können die Wegmaße E77=0 (X) und E78=-5 (Y) sein. In diesem Fall wird das Werkzeug 5 mm aus der Mitte in negativer Richtung der Y-Achse positioniert.
2. Mit M19 wird die Spindel an einer eindeutigen Position gestoppt. Wird für ein Werkzeug eine Winkeleinrichtung verwendet in einer anderen Richtung als die Z-Achse, so hängt es von der Werkzeugmaschine ab, ob das Werkzeug ebenfalls an einer eindeutigen Position gestoppt wird.
3. Zum Zeitpunkt des Aufrufs muß das Teileprogramm für den Betrieb in Absolutmaßen eingestellt sein (G90 aktiv).

Anwendungsbeispiel



NB8503

Hinterbohrzyklus an der zweiten Wand

Eine Hinterbohrbearbeitung soll an der zweiten Wand der im Bild dargestellten Bohrung ausgeführt werden. Für diese Bearbeitung in der Z-Achse kommt das Makro N99082 zum Einsatz.
Es wird angenommen, daß:

- die Teileoberfläche der Ebene Z=0 entspricht
- die Koordinaten der Bohrung (XY-Ebene) X0 und Y0 sind
- die Spindel auf 12 Uhr stoppt

Das Teileprogramm könnte lauten:

```
N99182 (BEISPIEL HINTERBOHRBEARBEITUNG)
N1 G54 E60=17
N2 E50=0 E51=0 E52=15 T1 M6 (BOHRER LADEN)
N3 E61=0 E62=-10 E64=-30 E70=5 E72=0 E73=100
N4 E75=300 E76=3 E77=0 E78=-5 F100 S300 M3
N5 G22 N=99082
N6 M30
```

112.4 Linear Muster

Einführung

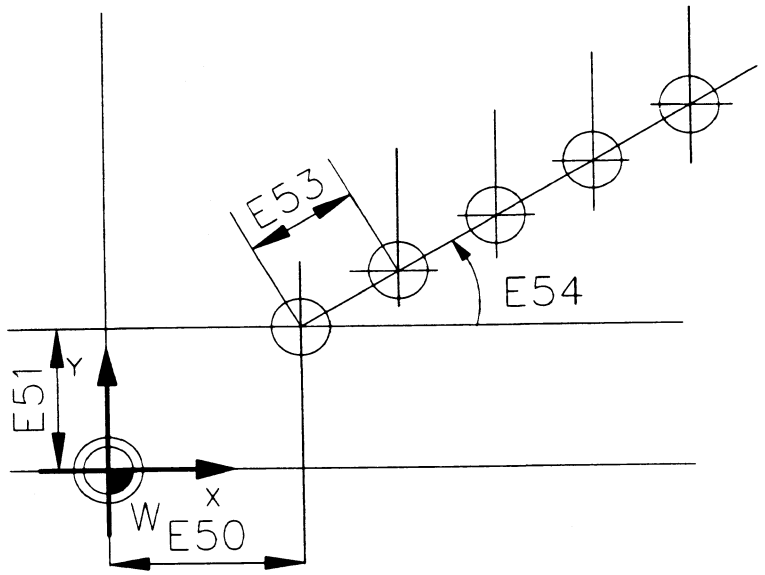
Ein spezielles Makro wurde entwickelt zur Ausführung eines beliebigen Arbeitszykluses an Bohrungen in gleichbleibendem Abstand auf einer Geraden.

Es handelt sich um folgende Bearbeitungsabläufe:
- die in der Steuerung verfügbaren Festzyklen (G81 bis G89),
- Makros für Arbeitszyklen, die von Steuerungshersteller definiert sind
- Makros, die vom Anwender definiert sind.

Eingangsparameter:

E60:Code für die Ebene
=17 für XY-Ebene
=18 für XZ-Ebene
=19 für YZ-Ebene

Parameter E60 muß nur einmal im Programm eingestellt werden. Solange die Ebene nicht gewechselt oder der Parameter nicht für andere Zwecke verwendet wird, bleibt sein Wert unverändert und kann von den Makros genutzt werden.



Bedeutung der Eingangsparameter

E50 : X-Koordinate des ersten Punktes (Absolutmaß)
E51 : Y-Koordinate des ersten Punktes (Absolutmaß)
E52 : Z-Koordinate des ersten Punktes (Absolutmaß)
E53 : Abstand zwischen zwei Punkten (vorzeichenlos)
E54 : Winkel der Geraden mit
- der X-Achse (G17 oder G18)
- der -Z-Achse (G19)

E55 : Anzahl der Bohrungen (min. 2) auf der Geraden.
E59 : = 0 der zuletzt definierte Festzyklus der Steuerung
0 die Identifizierungsnummer des Zyklus-Makros
E61 : = 0 der Arbeitszyklus muß am ersten Punkt des Musters ausgeführt werden
= 1 der erste Punkt ist ein Bezugspunkt für das Muster; es erfolgt kein Arbeitszyklus an diesem Punkt

Hinweise:

1. Alle Koordinaten und Abstände sind in mm-Werten oder Zollmaßen gegeben, je nachdem ob das Programm in metrischen oder Zollmaßen abgefaßt ist.

2. Winkel sind in Grad und Bruchteilen von Grad gegeben.

3. Alle Parameter müssen beim Makro-Aufruf definiert sein.

Ausgangsparameter:

E50 : X-Koordinate der Zyklusposition
E51 : Y-Koordinate der Zyklusposition
E52 : Z-Koordinate der Zyklusposition

E81 : Winkel mit der Hauptachse (für Taschenzyklen)

E110 : die momentane Nummer der Musterposition

Lokale Parameter:

E90 : reserviert für den unbedingten Sprung
E91 : verwendet mit dem relationalen Ausdruck

E86 -- E88 : temporäre Speicherung von E50 bis E52

E92 -- E99 : unterschiedliche Bedeutungen in den Makro- Zyklen

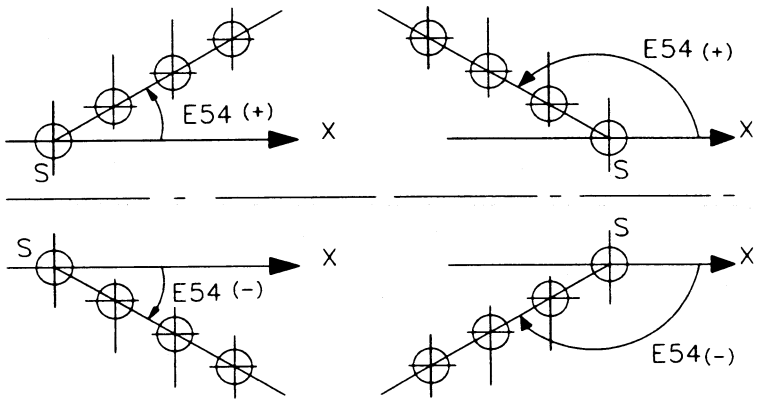
E100 -- E105 : unterschiedliche Bedeutungen im Muster-Makro

Das Makro

```
N99580 (LINEARMUSTER)
N1 G29 E91=E101>3 E91 N=6
N2 E66=0 E81=E54 E90=1 E100=E55-1
N3 G29 E91=E101>1 E91 N=5
N4 E86=E50 E87=E51 E88=E52 E110=0
N5 E103=E53*cos(E54) E104=E53*sin(E54) E105=0
N6 G29 E91=E60=17 E91 N=11
N7 G29 E91=E60=18 E91 N=10
N8 E105=-E103 E103=0
N9 G29 E90 K0 N=11
N10 E105=-E104 E104=0
N11 G29 E91=E101>0 E91 N=13
N12 E50=E50-E103 E51=E51-E104 E52=E52-E105
N13 E50=E50+E103 E51=E51+E104 E52=E52+E105 E110=E110+1
N14 G29 E91=E61=E110 E91 N=19
N15 G29 E91=E59>0 E91 N=18
N16 G79 X=E50 Y=E51 Z=E52 B1=E66*E81
N17 G29 E90 K0 N=19
N18 G22 N=E59
N19 G29 E100 N=13
N20 G29 E91=E101=-1 E91 N=24
N21 G29 E91=E101<3 E91 N=23
N22 G29 E91=E101<>4 E91 N=24
N23 E50=E86 E51=E87 E52=E88
N24
```

Hinweise zum Gebrauch

1. Die Lage des Musters in der Ebene kann frei gewählt werden.



Die Lage des Musters
Der Winkel (E54) muß zwischen -360° und 360° liegen. Das Vorzeichen des Winkels ist aus dem Bild ersichtlich. Für den Abstand E53 ist immer ein positives Vorzeichen zu verwenden.

2. Der Parameter E101 wird von anderen Mustern (Kreis-, Raster-, Versetzter-Raster, oder Rhomboid Muster) dazu benutzt, das Prüfen auf Speichern der Koordinaten des ersten Punktes des Linearmusters zu umgehen.
Parameter E101 muß beim Aufruf von Makro N99580 auf 0 (E101=0) eingestellt werden.

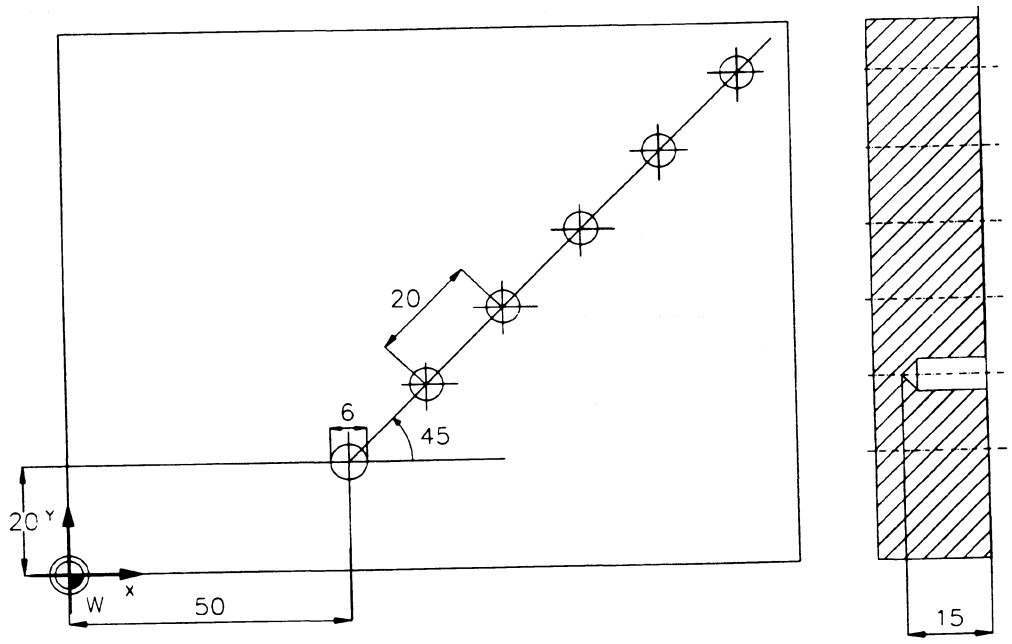
3. Auch Makros für Arbeitszyklen die vom Anwender definiert sind, können auf dem Muster ausgeführt werden, sofern sie dieselbe Struktur aufweisen wie die von Steuerungshersteller definierten Zyklus-Makros. Die Struktur sieht so aus:
   - Die Position in der Werkzeugachse berechnen.
   - Das Werkzeug auf die Position fahren an der der Zyklus ausgeführt werden soll. Zur Vermeidung einer Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück kann die Positionierlogik der Steuerung (wirksam in G0) eingesetzt werden.

   -Bewegungen ausführen:
   Bewegung in der Werkzeugachse für die Bohrbearbeitung
   Bewegung in der Hauptebene für die Fräsbearbeitung.

4. Einige Makronummern werden von Steuerungshersteller zum Definieren bestimmter Makros für Bearbeitungszyklen verwendet, z.B. N99082, N99084, N99085, N99086.

5. Alle Festzyklen der Steuerung für die Bohrbearbeitung (G81, G83, G84, G85 und G86) und der Zyklus zum Fräsen einer Kreistasche (G89) können ohne Einschränkungen auf dem Muster ausgeführt werden.
Die Anwendung von Festzyklen zum Fräsen einer Rechtecktasche (G87) oder einer Nut (G88) ist auf eine Tasche bzw. Nut parallel zu den Hauptachsen beschränkt.

Anwendungsbeispiel



Ein lineares Lochmuster

Die Bohrungen auf dem Muster sollen gebohrt und ausgeräumt werden. Für das Bohren der Löcher wird der Festzyklus G81 verwendet, für das Ausräumen der Zyklus des Makros N99085. Die Teileoberfläche ist die von E52 definierte Ebene Z=O.

Das Teileprogramm könnte so aussehen:

```
N20980 (BEISPIEL LINEARMUSTER)
N1 G54
N2 G98 X50 Y0 Z0 I150 J150 K20
N3 G99 X40 Y-10 Z-5 I170 J140 K-40
N4 T31 M6 E60=17
N5 G81 Y2 Z-15 F500 S1000 M3 E59=0
N6 E50=50 E51=20 E52=0 E53=20 E54=45 E55=6 E61=0
N7 G22 N=99580 E101=0
N8 T32 M6
N9 E59=99085 E62=-12 E70=2 E71=0 E72=0 E73=100 E74=500
N10 G22 N=99580 E101=0
N11 Z100 M30
```

Erläuterung

N2/3 : Das Fenster (G98) und Material für die grafische Darstellung des Musters auf dem CNC-Bildschirm definieren.
N4 : Bohrer einwechseln.
N5 : Der Festzyklus (G81) der Steuerung zum Bohren der Löcher wird definiert.
N6 : Die Parameter zum Definieren des Musters werden programmiert.
N7 : Das Makro zum Ausführen des Bohrzyklus auf dem Linearmuster wird aufgerufen.
N8 : Die Reibahle laden.
N9 : Die Parameter für das Reibzyklus-Makro N99085 einstellen. Für eine Beschreibung dieses Makros und die Bedeutung der zugehörigen Parameter, siehe Applikationsbericht: Reibzyklus mit separatem Austrittsvorschub.
N10 : Das Reibzyklus-Makro auf dem Linearmuster abarbeiten. Die Parameter zum Definieren des Musters müssen nicht wiederholt werden.

112.5 Kreismuster

Einführung

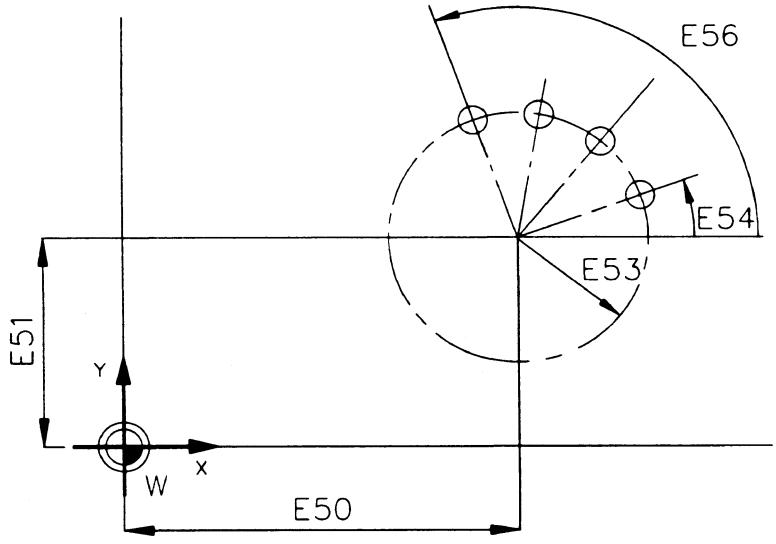
Ein spezielles Makro wurde entwickelt zur Ausführung eines beliebigen Arbeitszykluses an Bohrungen im gleichbleibendem Abstand auf einem Kreis.

Es handelt sich um folgende Bearbeitungsabläufe:
- die in der Steuerung verfügbaren Festzyklen (G81 bis G89),
- Makros für Arbeitszyklen, die von Steuerungshersteller definiert sind
- Makros, die vom Anwender definiert sind.

Eingangsparameter:

E60: Code für die Ebene
=17 für XY-Ebene
=18 für XZ-Ebene
=19 für YZ-Ebene

Parameter E60 muß nur einmal im Programm eingestellt werden. Solange die Ebene nicht gewechselt oder der Parameter nicht für andere Zwecke verwendet wird, bleibt sein Wert unverändert und kann von den Makros genutzt werden.



Bedeutung der Eingangsparameter

E50 : X-Koordinate des Kreismittelpunktes (Absolutmaß)
E51 : Y-Koordinate des Kreismittelpunktes (Absolutmaß)
E52 : Z-Koordinate des Kreismittelpunktes (Absolutmaß)
E53 : Kreisradius
E54 : Anfangswinkel
E55 : Anzahl der Bohrungen auf dem Kreisbogen
E56 : Endwinkel
E59 : = 0 der zuletzt definierte Festzyklus der Steuerung
0 die Identifizierungsnummer des Zyklus-Makros
E61: = 0 der Arbeitszyklus muß am ersten Punkt des Musters ausgeführt werden
= 1 der erste Punkt ist ein Bezugspunkt für das Muster; es erfolgt kein Arbeitszyklus an diesem Punkt

E66: = 0 bei den Festzyklen (G81, G83, G84, G85, G86, G89) der Steuerung
= 0 eine mit den Festzyklen G87 und G88 definierte Tasche bzw. Nut muß parallel zu den Hauptachsen gefräst werden
= 1 eine Tasche (G87) oder Nut (G88) muß in radialer Richtung gefräst werden

Hinweise:

1. Alle Koordinaten und Abstände sind in mm-Werten oder Zollmaßen gegeben, je nachdem ob das Programm in metrischen oder Zollmaßen abgefaßt ist.

2. Winkel sind in Grad und Bruchteilen von Grad gegeben.

3. Alle Parameter müssen beim Makro-Aufruf definiert sein.

Ausgangsparameter:

E50 : X-Koordinate der Zyklusposition
E51 : Y-Koordinate der Zyklusposition
E52 : Z-Koordinate der Zyklusposition

E81 : Winkel mit der Hauptachse (für Taschenzyklen)

E110 : die momentane Nummer der Musterposition

Lokale Parameter:

E90 : reserviert für den unbedingten Sprung
E91 : verwendet mit dem relationalen Ausdruck

E86- E88: temporäre Speicherung von E50 bis E52

E92- E99: unterschiedliche Bedeutungen in den Makro- Zyklen

E100 - E109: unterschiedliche Bedeutungen im Muster-Makro

Aufruf-Makro: N99580

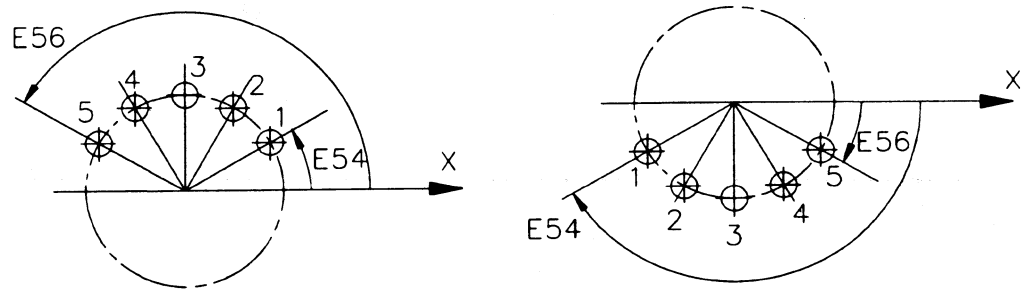
Für eine Beschreibung von Makro N99580 siehe Applikationsbericht: Linear Muster.

Das Makro

```
N99581 (KREISMUSTER)
N1 E85=1 E102=E56-E54 E101=E55-1 E110=0
N2 G29 E91=abs(E102)<.1 E91 N=7
N3 G29 E91=(360-abs(E102))<.1 E91 N=5
N4 G29 E91=abs(E102-360)>.1 E91 N=8
N5 G29 E91=E102>0 E91 N=7
N6 E85=-1
N7 E102=E85*360 E101=E55
N8 E102=E102:E101
N9 E81=E54-E102 E85=E55-1 E106=cos(E102) E107=sin(E102)
N10 E86=E50 E87=E51 E88=E52 E90=1
N11 E103=E53*cos(E54) E104=E53*sin(E54)
N12 E81=E81+E102 E100=0 E105=0 E108=E103 E109=E104
N13 G22 N=99580 E101=4
N14 E103=E108*E106-E109*E107 E104=E108*E107+E109*E106
N15 G14 N1=12 N2=14 E85
```

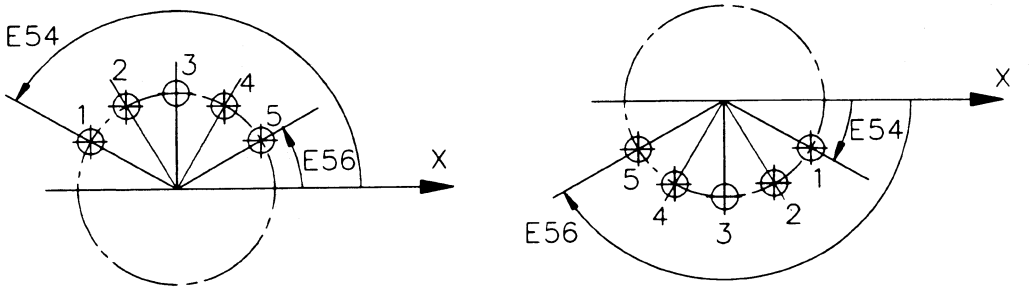
Hinweise zum Gebrauch

1. Zur Bearbeitung von Bohrungen auf einem Kreisbogen gilt:
im Gegenuhrzeigersinn muß der Anfangswinkel kleiner als der Endwinkel sein



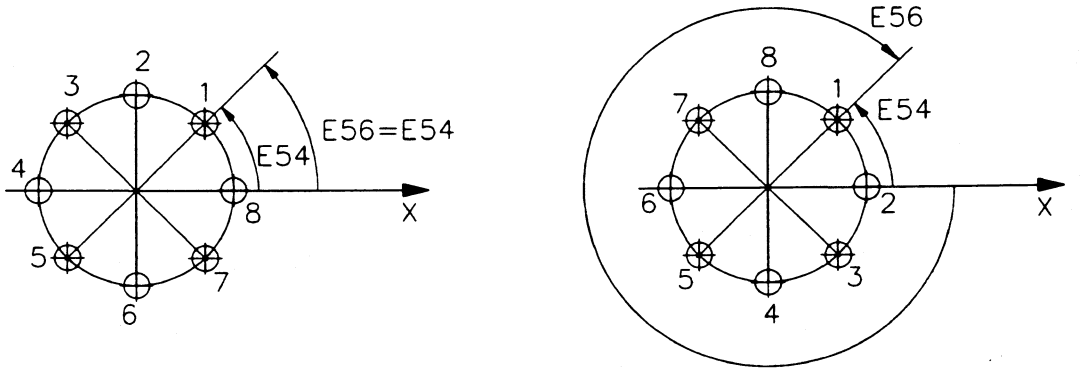
Bearbeitung von Bohrungen im Gegenuhrzeigersinn

im Uhrzeigersinn muß der Anfangswinkel größer als der Endwinkel sein



Bearbeitung von Bohrungen im Uhrzeigersinn

2. Zur Bearbeitung von Bohrungen in gleichbleibendem Abstand auf einem Vollkreis gilt:
   - im Gegenuhrzeigersinn müssen zur Ermittlung des Endwinkels 360° zum Anfangswinkel hinzugezählt werden, oder aber beide Winkel mit dem gleichen Wert programmiert werden
   im Uhrzeigersinn, müssen zur Ermittlung des Endwinkels 360° vom Anfangswinkel.



Bohrungen auf einem Vollkreis

3. Auch Makros, die vom Anwender definiert sind, können auf dem Muster ausgeführt werden, sofern sie dieselbe Struktur aufweisen wie die von Steuerungshersteller definierten Zyklus-Makros. Die Struktur sieht so aus:
   - Die Position in der Werkzeugachse berechnen.

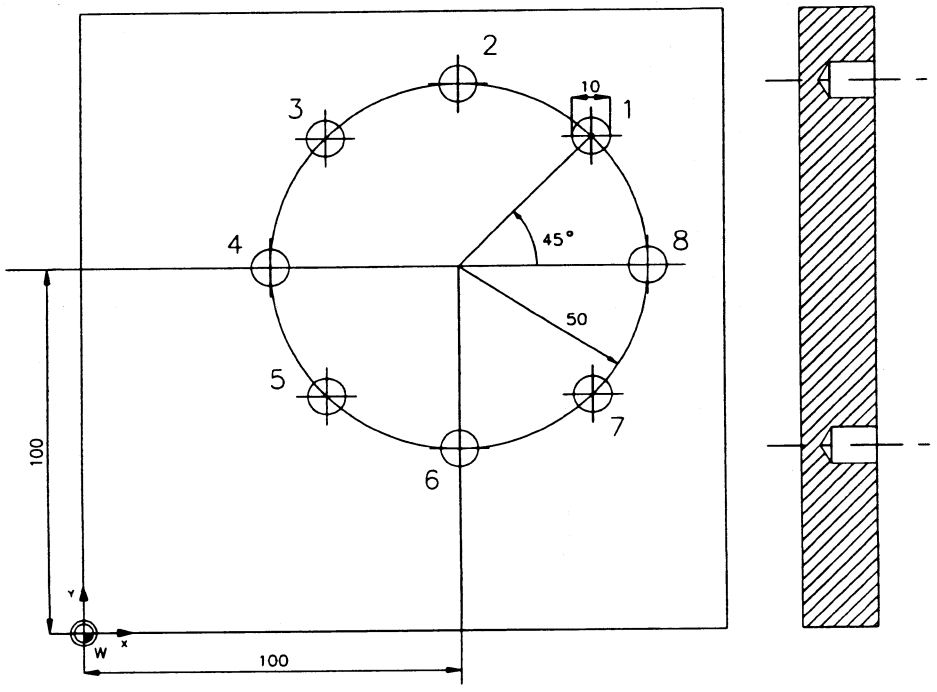
- Das Werkzeug auf die Position fahren, an der der Zyklus ausgeführt werden soll. Zur Vermeidung einer Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück kann die Positionierlogik der Steuerung (wirksam in G0) eingesetzt werden.
- Bewegungen ausführen:
  Bewegung in der Werkzeugachse für die Bohrbearbeitung
  Bewegung in der Hauptebene für die Fräsbearbeitung.

4. Einige Makronummern werden von Steuerungshersteller zum Definieren bestimmter Makros für Bearbeitungszyklen verwendet, z.B. N99082, N99084, N99085, N99086.

5. Alle Festzyklen für die Bohrbearbeitung (G81, G83, G84, G85 und G86) und der Zyklus zum Fräsen einer Kreistasche (G89) können ohne Einschränkungen auf dem Muster ausgeführt werden. Die Anwendung von Festzyklen zum Fräsen einer Rechtecktasche (G87) oder einer Nut (G88) ist auf eine Tasche bzw. Nut parallel zu den Hauptachsen oder in radialer Richtung beschränkt.

6. Bei Verwendung der Festzyklen muß Parameter E66 gemäß den Angaben unter "Eingangsparameter" definiert sein. Parameter E66 kann ignoriert werden, wenn er nicht als Eingangsparameter eines Makro-Zyklus verwendet wird.

Anwendungsbeispiel



Ein Kreismuster

Die Löcher auf dem Muster sollen gebohrt und ausgeräumt werden. Für das Bohren der Löcher wird der Festzyklus G81 verwendet, für das Ausräumen der Zyklus des Makros N99085. Die Teileoberfläche ist die von E52 definierte Ebene Z=O.

Das Programm könnte so aussehen:

```
N20981 (BEISPIEL KREISMUSTER)
N1 G54
N2 G98 X0 Y0 Z0 I200 J200 K50
N3 G99 X-10 Y-10 Z-20 I220 J200 K50
N4 T31 M6 E60=17
N5 G81 Y2 Z-15 F500 S1000 M3 E59=0
N6 E50=100 E51=100 E52=0 E53=50 E54=45 E55=8
N7 E56=45 E61=0 E66=0
N8 G22 N=99581
N9 T32 M6
N10 E59=99085 E62=-12 E70=2 E71=0 E72=0 E73=100 E74=500
N11 G22 N=99581
N12 Z100 M30
```

Erläuterung

N2/3 : Das Fenster (G98) und Material für die grafische Darstellung des Musters auf dem CNC-Bildschirm definieren.
N4 : Bohrer einwechseln.
N5 : Der Festzyklus (G81) der Steuerung zum Bohren der Löcher wird definiert.
N6/7 : Die Parameter zum Definieren des Musters werden programmiert.
N8 : Das Makro zum Ausführen des Bohrzykluses auf dem Kreismuster wird aufgerufen.
N9 : Die Reibahle einwechseln.
N10 : Die Parameter für das Reibzyklus-Makro N99085 einstellen. Für eine Beschreibung dieses Makros und die Bedeutung der zugehörigen Parameter, siehe Applikationsbericht: Reibzyklus mit separatem Austrittsvorschub.
N11 : Das Reibzyklus-Makro auf dem Kreismuster abarbeiten. Die Parameter zum Definieren des Musters müssen nicht wiederholt werden.

112.6 Rastermuster

Einführung

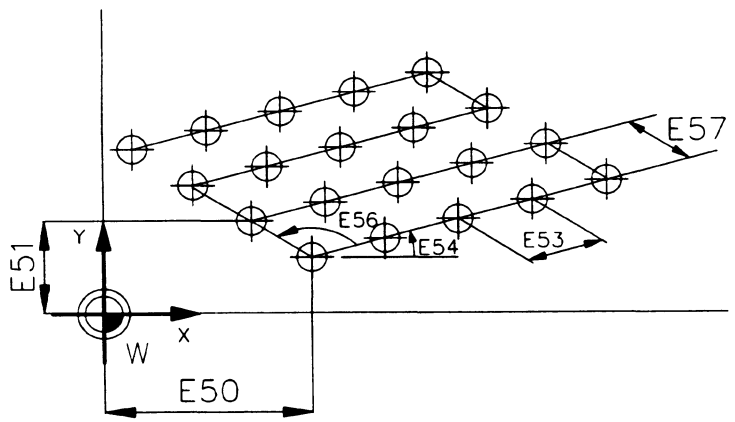
Ein spezielles Makro wurde entwickelt zur Ausführung eines beliebigen Arbeitszykluses an einem Rastermuster.

Es handelt sich um folgende Bearbeitungsabläufe:
- die in der Steuerung verfügbaren Festzyklen (G81 bis G89),
- Makros für Arbeitszyklen, die von Steuerungshersteller definiert sind
- Makros, die vom Anwender definiert sind.

Eingangsparameter:

E60: Code für die Ebene
=17 für XY-Ebene
=18 für XZ-Ebene
=19 für YZ-Ebene

Parameter E60 muß nur einmal im Programm eingestellt werden. Solange die Ebene nicht gewechselt oder der Parameter nicht für andere Zwecke verwendet wird, bleibt sein Wert unverändert und kann von den Makros genutzt werden.



Bedeutung der Eingangsparameter

E50 : X-Koordinate des ersten Punktes (Absolutmaß)
E51 : Y-Koordinate des ersten Punktes (Absolutmaß)
E52 : Z-Koordinate des ersten Punktes (Absolutmaß)

E53 : Abstand zwischen zwei Punkten auf der ersten Geraden (vorzeichenlos)
E54 : Winkel der ersten Geraden mit
- der X-Achse (G17 oder G18)
- der -Z-Achse (G19)

E55 : Anzahl der Bohrungen (min. 2) auf der ersten Geraden.
E56 : Winkel zwischen den beiden Geraden
E57 : Abstand zwischen zwei Punkten auf der zweiten Geraden (vorzeichenlos)
E58 : Anzahl der Bohrungen (min. 2) auf der zweiten Geraden
E59 : = 0 der zuletzt definierte Festzyklus der Steuerung
0 die identifizierungsnummer des Zyklus-Makros
E61 : = 0 der Arbeitszyklus muß am ersten Punkt des Musters ausgeführt werden
= 1 der erste Punkt ist ein Bezugspunkt für das Muster; es erfolgt kein Arbeitszyklus an diesem Punkt

Hinweise:

1. Alle Koordinaten und Abstände sind in mm-Werten oder Zollmaßen gegeben, je nachdem ob das Programm in metrischen oder Zollmaßen abgefaßt ist.

2. Winkel sind in Grad und Bruchteilen von Grad gegeben.

3. Alle Parameter müssen beim Makro-Aufruf definiert sein.

Ausgangsparameter:

E50 : X-Koordinate der Zyklusposition
E51 : Y-Koordinate der Zyklusposition
E52 : Z-Koordinate der Zyklusposition

E81 : Winkel mit der Hauptachse (für Taschenzyklen)

E110 : die momentane Nummer der Musterposition

Lokale Parameter:

E90 : reserviert für den unbedingten Sprung
E91 : verwendet mit dem relationalen Ausdruck

E86- E88: temporäre Speicherung von E50 bis E52

E92- E99: unterschiedliche Bedeutungen in den Makro- Zyklen
E100 - E109: unterschiedliche Bedeutungen im Muster-Makro

Aufruf-Makro: N99580

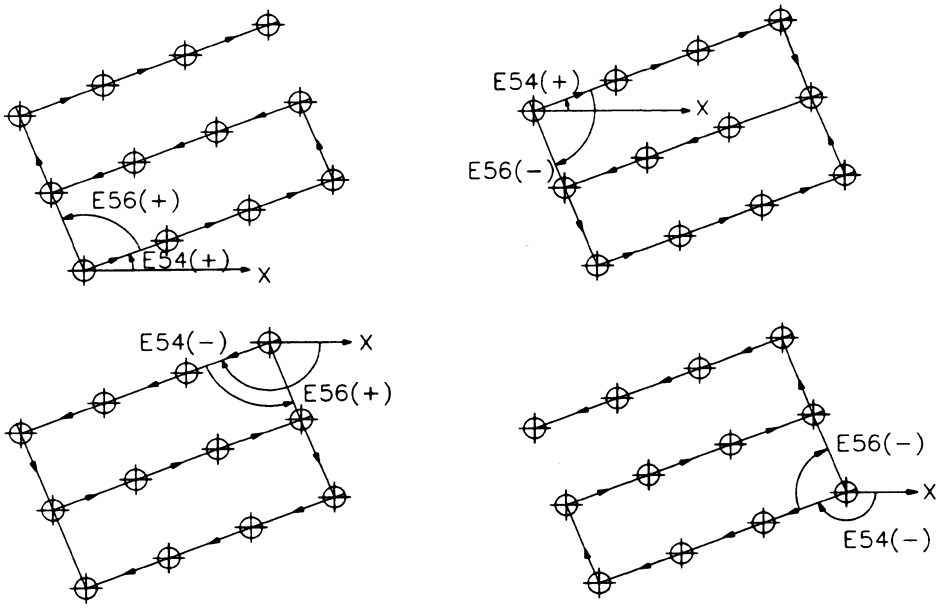
Für eine Beschreibung dieses Makros siehe Applikationsbericht: Linear Muster.

Das Makro

```
N99582 (RASTERMUSTER)
N1 E83=E53 E84=E54 E85=E55 E106=E58-2 E107=E54+E56
N2 G22 N=99580 E101=-1                          (ERSTE GERADE)
N3 E55=1 E53=E57 E54=E107
N4 G22 N=99580 E101=3 (ERSTER PUNKT NÄCHSTEN GERADEN)
N5 E53=E83 E54=E84+180 E55=E85-1
N6 G29 E91=E54<360 E91 N=8
N7 E54=E54-360
N8 G22 N=99580 E84=E54 (NÄCHSTE GERADE)
N9 G14 E106 N1=3 N2=8
N10 E50=E86 E51=E87 E52=E88 E54=E107-E56 E55=E85
```

Hinweise zum Gebrauch

1. Die Lage des Musters in der Ebene kann frei gewählt werden.



Die Lage des Musters in der Ebene

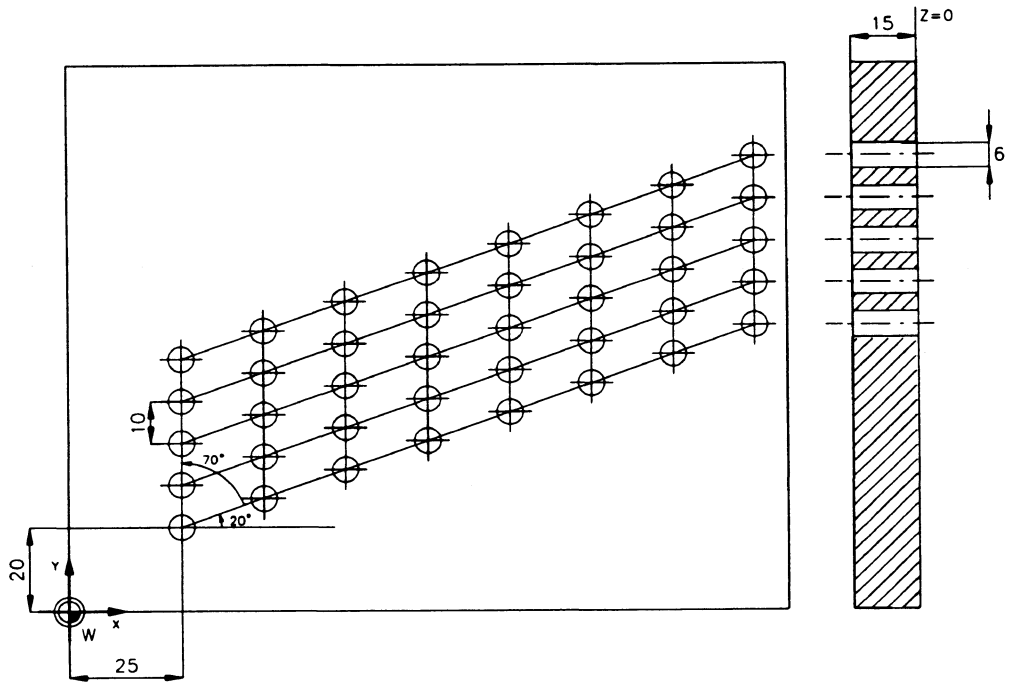
Die Winkel E54 und E56 müssen zwischen -360° und 360° liegen. Die Vorzeichen der Winkel sind aus dem Bild ersichtlich.
Für E53 und E57 ist immer ein positives Vorzeichen zu verwenden.

2. Auch Makros, die vom Anwender definiert sind, können auf dem Muster ausgeführt werden, sofern sie dieselbe Struktur aufweisen wie die von steuerungshersteller definierten Zyklen-Makros. Die Struktur sieht so aus:
   - Die Position in der Werkzeugachse berechnen.
   - Das Werkzeug auf die Position fahren, an der der Zyklus ausgeführt werden soll. Zur Vermeidung einer Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück kann die Positionierlogik der Steuerung (wirksam in G0) eingesetzt werden.
   - Bewegungen ausführen:
     Bewegung in der Werkzeugachse für die Bohrbearbeitung
     Bewegung in der Hauptebene für die Fräsbearbeitung.

3. Einige Makronummern werden von steuerungshersteller zum Definieren bestimmter Makros für Bearbeitungszyklen verwendet, z.B. N99082, N99084, N99085, N99086.

4. All Festzyklen für die Bohrbearbeitung (G81, G83, G84, G85 und G86) und der Zyklus zum Fräsen einer Kreistasche (G89) können ohne Einschränkungen auf dem Muster ausgeführt werden.
   Die Anwendung von Festzyklen zum Fräsen einer Rechtecktasche (G87) oder einer Nut (G88) ist auf eine Tasche bzw. Nut parallel zu den Hauptachsen beschränkt.

Anwendungsbeispiel



Ein Rastermuster

Die Bohrungen auf dem Muster sollen gebohrt und ausgeräumt werden. Für das Bohren wird der Festzyklus G81 verwendet, für das Ausräumen der Zyklus des Makros N99085.
Die Teileoberfläche ist die von E52 definierte Ebene Z=O.

Das Teileprogramm könnte so aussehen:

```
N20982 (BEISPIEL RASTERMUSTER)
N1 G54
N2 G98 X-20 Y-20 Z0 I200 J150 K50
N3 G99 X-15 Y-15 Z-20 I220 J150 K50
N4 T31 M6 E60=17
N5 G81 Y2 Z-15 F500 S1000 M3 E59=0
N6 E50=25 E51=20 E52=0 E53=20 E54=20 E55=8
N7 E56=70 E57=10 E58=6 E61=0
N8 G22 N=99582
N9 T32 M6
N10 E59=99085 E62=-12 E70=2 E71=0 E72=0 E73=100 E74=500
N11 G22 N=99582
```

Erläuterung

N2/3 : Das Fenster (G98) und Material für die grafische Darstellung des Musters auf dem CNC-Bildschirm definieren.
N4 : Den Bohrer einwechseln.
N5 : Der Festzyklus (G81) zum Bohren wird definiert.
N6/7 : Die Parameter zum Definieren des Musters werden programmiert.
N8 : Das Makro zum Ausführen des Bohrzyklus auf dem Rastermuster wird aufgerufen.
N9 : Die Reibahle einwechseln.
N10 : Die Parameter für das Reibzyklus-Makro N99085 einstellen. Für eine Beschreibung dieses Makros und die Bedeutung der zugehörigen Parameter, siehe Applikationsbericht: Reibzyklus mit separatem Austrittsvorschub.
N11 : Das Reibzyklus-Makro auf dem Rastermuster abarbeiten. Die Parameter zum Definieren des Musters müssen nicht wiederholt werden.

112.7 Versetztes Rastermuster

Einführung

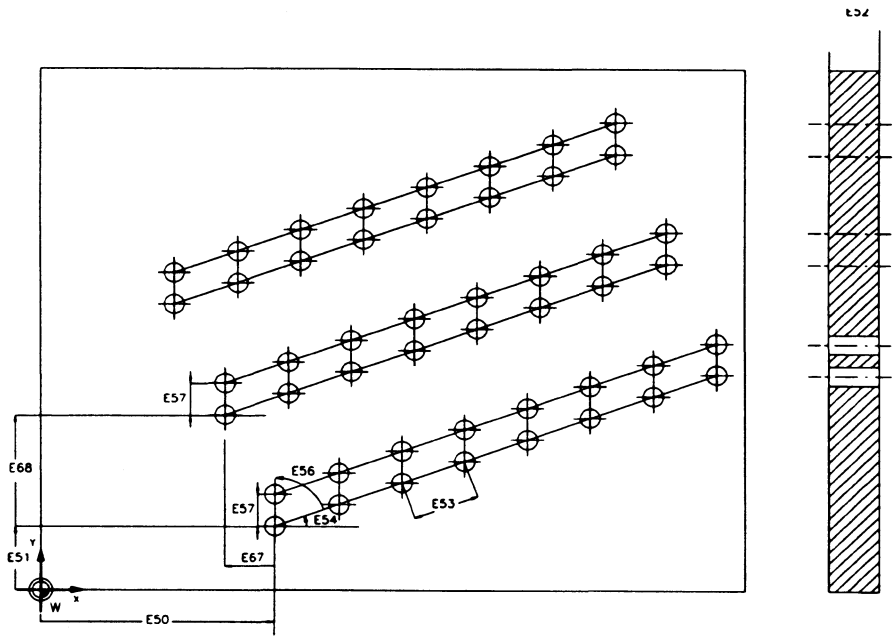
Ein spezielles Makro wurde entwickelt zur Ausführung eines beliebigen Arbeitszykluses auf einem versetzten Rastermuster.

Es handelt sich um die Ausführung von:
- in der Steuerung verfügbaren Festzyklen (G81 bis G89),
- Makros für Arbeitszyklen, die von Steuerungshersteller definiert sind,
- Makros, die vom Anwender definiert sind.

Eingangsparameter:

E60: Code für die Ebene
=17 für XY-Ebene
=18 für XZ-Ebene
=19 für YZ-Ebene

Parameter E60 muß nur einmal im Programm definiert werden. Solange die Ebene nicht gewechselt oder der Parameter nicht für andere Zwecke benutzt wird, bleibt sein Wert unverändert und kann von den Makros verwendet werden.



Bedeutung der Eingangsparameter

E50 : X-Koordinate des ersten Punktes (absolut)
E51 : Y-Koordinate des ersten Punktes (absolut)
E52 : Z-Koordinate des ersten Punktes (absolut)
E53 : Abstand zwischen zwei Punkten auf der ersten Linie (vorzeichenlos)
E54 : Winkel der ersten Linie mit:
- der X-Achse(G17 oder G18)
- der -Z-Achse (G19)

E55 : Anzahl der Bohrungen (minimal 2) auf den Parallellinien
E56 : Winkel zwischen den Linien
E57 : Abstand zwischen der ersten und der zweiten Linie (vorzeichenlos)
E58 : Anzahl der Parallellinien (minimal 2)
E67 : Rasterversatzabstand in X (G17/G18) oder -Z (G19)
E68 : Rasterversatzabstand in Y (G17/G19) oder -Z (G18)
E59 : = 0 der zuletzt definierte Festzyklus der Steuerung

0 die Ident-Nummer des Makros für den Zyklus
E61 : = 0 der Arbeitszyklus muß am ersten Punkt des Musters ausgeführt werden
=1 der erste Punkt ist ein Bezugspunkt für das Muster; es erfolgt kein Arbeitszyklus an diesem Punkt

Hinweis:

1. Sämtliche Koordinaten und Abstände sind in Millimeter oder Zoll gegeben, je nachdem ob das Programm in metrischen bzw. Zollmaßen abgefaßt ist.

2. Winkel sind in Grad und Bruchteilen von Grad gegeben.

3. Alle Parameter müssen beim Makro-Aufruf definiert sein.

Ausgangsparameter

E50 : X-Koordinate der Lage des Zyklus
E51 : Y-Koordinate der Lage des Zyklus
E52 : Z-Koordinate der Lage des Zyklus

E81 : Winkel mit der Hauptachse (für Taschenzyklen)

E110 : Die aktuelle Nummer der Lage des Musters

Lokale Parameter

E90 : Reserviert für den unbedingten Sprung

E91 : Verwendet beim Vergleichsausdruck

E86- E88 : Zeitweise Speicherung von E50 bis E52
E92- E99 : Unterschiedliche Bedeutungen in den per Makro programmierten Zyklen
E100 - E109 : Unterschiedliche Bedeutungen im Makro für das Muster

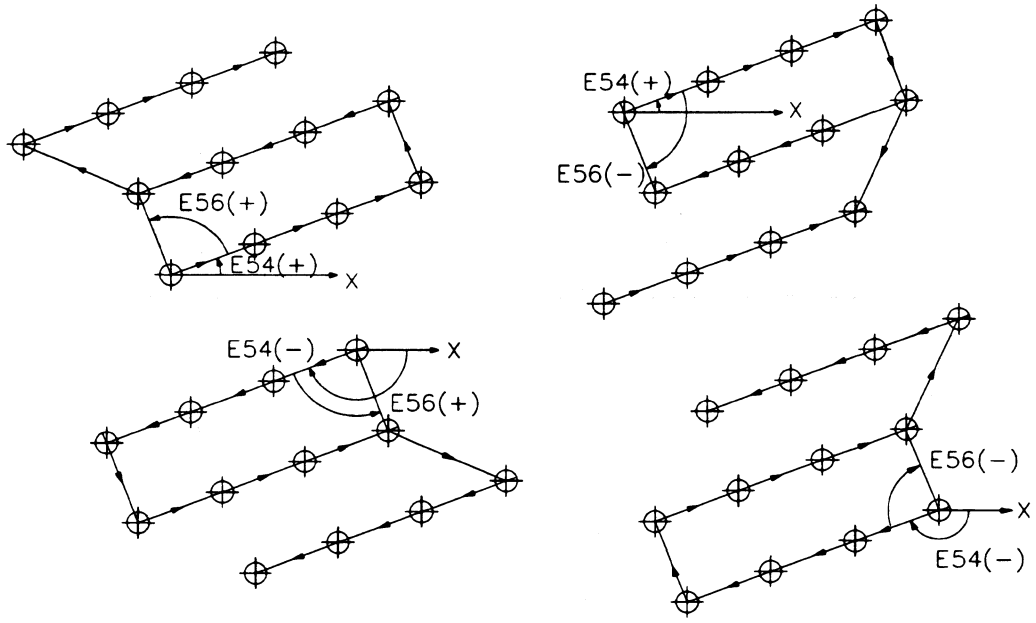
Aufruf-Makro: N99580
Für eine Beschreibung dieses Makros siehe Applikationsbericht: Linear Muster.

Das Makro

```
N99583 (VERSETZTES RASTERMUSTER)
N1 E83=E54+180 E84=E54 E85=E55 E106=E58-2 E107=E54+E56
N2 G29 E91=E83<360 E91 N=4
N3 E83=E83-360
N4 G22 N=99580 E101=-1  (ERSTE STANDARDLINIE)
N5 E100=0 E103=E67 E104=E68 E105=0
N6 G22 N=99580 E101=5 (ERSTER PUNKT DER VERSETZTEN LINIE)
N7 E54=E83 E55=E85-1
N8 G22 N=99580 E101=3 (VERSETZTE LINIE)
N9 G29 E91=E106<=0 E91 N=15
N10 E103=(-E57*cos(E107)+E67) E104=E57*sin(E107)+E68 E105=0
N11 G22 N=99580 E101=5 E100=0 (ERSTER PUNKT DER STANDARDLINIE)
N12 E54=E84 E55=E85-1 E106=E106-1
N13 G22 N=99580 E101=3 (NÄCHSTE STANDARDLINIE)
N14 G29 E106 N=5
N15 E50=E86 E51=E87 E52=E88 E54=E84 E55=E85
```

Hinweise zum Gebrauch

1. Die Lage des Musters in der Ebene kann frei gewählt werden.



Lage des Musters in der Ebene

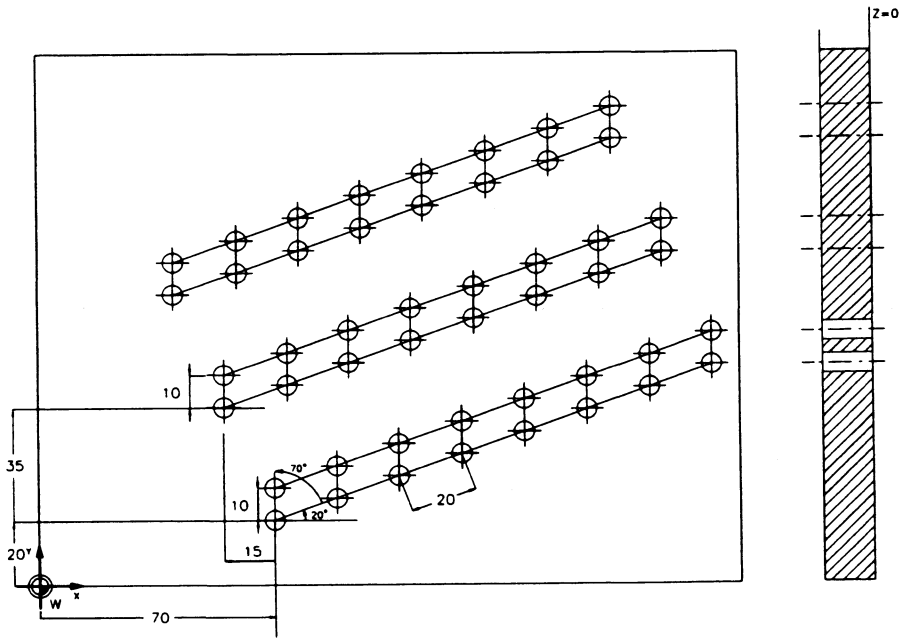
Die Winkel E54 und E56 müssen zwischen -360 und 360 liegen. Das Vorzeichen des Winkels ist aus dem Bild ersichtlich.
Für E53 und E57 ist immer ein positives Vorzeichen zu verwenden.

2. Auch Makros die vom Anwender definiert sind, können auf dem Muster ausgeführt werden, sofern sie dieselbe Struktur aufweisen wie die von Steuerungshersteller definierten Makros für die Zyklen. Die Struktur sieht so aus:
   - Die Position in der Werkzeugachse berechnen.
   - Das Werkzeug an die Position fahren, an der der Zyklus ausgeführt werden soll. Zur Vermeidung einer Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück kann die Positionierlogik der Steuerung (wirksam in G0) eingesetzt werden.
   - Folgende Bewegungen ausführen:
     Bewegung in der Werkzeugachse für die Bohrarbeiten
     Bewegung in der Hauptebene für die Fräsarbeiten.

3. Einige Makronummern werden von Steuerungshersteller zum Definieren bestimmter Makros für Arbeitszyklen verwendet, z.B. N99082, N99084, N99085, N99086.

4. Alle Festzyklen für die Bohrarbeiten (G81, G83, G84, G85 und G86) und der Zyklen zum Fräsen einer Kreistasche (G89), können ohne Einschränkungen auf dem Muster ausgeführt werden.
   Die Anwendung von Festzyklen zum Fräsen einer Rechtecktasche (G87) oder einer Nut (G88) ist auf eine Tasche bzw. Nut parallel zu den Hauptachsen beschränkt.

Anwendungsbeispiel



Ein versetztes Rastermuster

Die Bohrungen auf dem Muster sollen gebohrt und gerieben werden. Für das Bohren der Löcher wird der Festzyklus G81 verwendet, für das Reiben das Makro N99085.
Die Teileoberfläche ist die von E52 definierte Ebene Z=O.

Das Teileprogramm könnte so aussehen:

```
N20983 (PRÜFUNG DES VERSETZTEN RASTERMUSTERS)
N1 G54
N2 G98 X0 Y0 Z0 I250 J250 K50
N3 G99 X-10 Y-10 Z-20 I250 J250 K50
N4 Z50 T31 M6 E60=17
N5 G81 Y2 Z-15 F500 S1000 M3 E59=0
N6 E50=70 E51=20 E52=0 E53=20 E54=20 E55=8
N7 E56=70 E57=10 E58=6 E61=0 E67=-15 E68=35
N8 G22 N=99583
N9 Z50 T32 M6
N10 E59=99085 E62=-12 E70=2 E71=2 E72=0 E73=100 E74=500
N11 G22 N=99583
N12 Z100 M30
```

Erläuterung

N2/3 : Das Fenster (G98) und das Material für die grafische Darstellung des Musters auf dem CNC-Bildschirm definieren.
N4 : Den Bohrer einwechseln und die Werkzeugachse definieren.
N5 : Der Festzyklus (G81) zum Bohren der Löcher wird definiert.
N6/7 : Die Parameter zum Definieren des Musters werden programmiert.
N8 : Das Makro zum Ausführen des Bohrzyklus auf dem versetzten Rastermuster wird aufgerufen.
N9 : Die Reibahle einwechseln.
N10 : Die Parameter für das Makro N99085 für den Reibzyklus setzen. Für eine Beschreibung dieses Makros und die Bedeutung der zugehörigen Parameter siehe Applikationsbericht: Reibzyklus mit separatem Austrittsvorschub.
N11 : Das Makro für den Reibzyklus auf dem versetzten Rastermuster ausführen. Die Parameter zum Definieren des Musters brauchen nicht wiederholt zu werden.

112.8 Schlichten einer kreisförmigen Tasche oder Insel

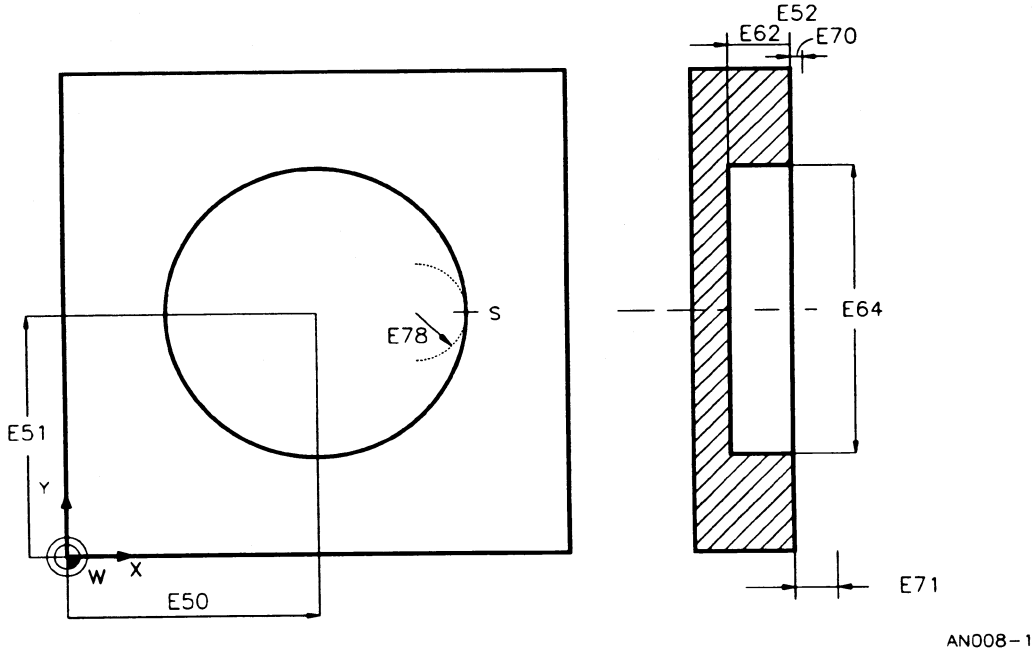
Einführung

Ein spezielles Makro wurde entwickelt zum Schlichten einer kreisförmigen Tasche oder Insel.

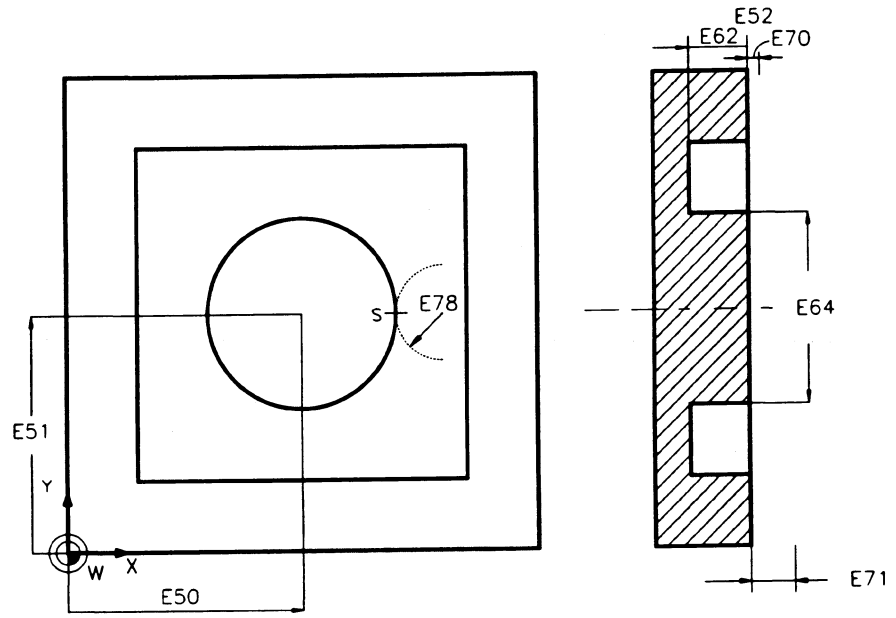
Bei diesem Zyklus kommen folgende Parameter zum Einsatz:
Eingangsparameter

E60: Code für die Ebene
=17 für XY-Ebene
=18 für XZ-Ebene
=19 für YZ-Ebene

Der Parameter E60 muß nur einmal im Programm definiert werden. Solange die Ebene nicht gewechselt oder der Parameter nicht für andere Zwecke benutzt wird, bleibt sein Wert unverändert und kann von den Makros verwendet werden.



Bedeutung der Eingangsparameter (Tasche)



Bedeutung der Eingangsparameter (Insel)

E50 : X-Koordinate des Kreismittelpunktes
E51 : Y-Koordinate des Kreismittelpunktes
E52 : Z-Koordinate des Kreismittelpunktes
E63 : Art des Werkstückes
=0 Tasche
=1 Insel
E62 : Tiefe der Tasche/Höhe der Insel
E64 : Durchmesser der Tasche bzw. Insel
E70 : Sicherheitsabstand
E71 : Rückzugsabstand
E73 : Vorschubgeschwindigkeit für Fräsen
E74 : Zustellung
E75 : Fräsrichtung bei Blick vom Werkzeug auf das Werkstück
=+1:Gegenlauffräsen (im Gegenuhrzeigersinn)
=-1:Gleichlauffräsen (im Uhrzeigersinn)
E78 : Radius des Eintrittskreises
E48 : Werkzeugdurchmesser

Hinweise:

1. Sämtliche Koordinaten und Abstände sind in Millimeter oder Zoll gegeben, je nachdem ob das Programm in metrischen bzw. Zollmaßen abgefaßt ist. Die Koordinaten stellen immer Absolutwerte dar.

2. Bei allen Abständen ist das Vorzeichen zu berücksichtigen:
+: in positiver Richtung der Achse
-: in negativer Richtung der Achse

3. Die Vorschubgeschwindigkeit ist in
- mm/min (bzw. Zoll/min) bei aktivem G94
- mm/U (bzw. Zoll/U) bei aktivem G95

4. Alle Parameter müssen beim Makro-Aufruf definiert sein.

Ausgangsparameter: Keine

Lokale Parameter

E90 : Reserviert für den unbedingten Sprung
E91 : Verwendet beim Vergleichsausdruck
E92- E99 : Unterschiedliche Bedeutungen
E111- E119 : Spezielle Bedeutung in den Makros
E123 : Werkzeugradius

Fehlermeldungen

Ebene -E60- nicht richtig definiert

Werkzeugdurchmesser -E48- nicht definiert

Aufruf-Makro (N99701): N99700 (Einstellungen der Werkzeugachse für Makros zum Fräsen)

Aufgerufen von: N99580, sofern ein Muster verwendet wird.

N99702 (Fräsen einer kreisförmigen Nut). Für eine Beschreibung dieses Makros siehe Applikationsbericht 009 vom 910620.

Die Makros

WERKZEUGACHSENEINSTELLUNGEN FÜR DIE MAKROS ZUM FRÄSEN

```
N99700 E89=0 (EINSTELLUNGEN DER WERKZEUGACHSE FÜR DIE MAKROS ZUM FRÄSEN)
N1 E90=1 E95=E50 E96=E51 E97=E52 E111=(E75+5):2
N2 G29 E91=E60=17 E91 N=9
N3 E96=E52 E97=E51
N4 G29 E91=E60=18 E91 N=9
N5 G29 E91=E60=19 E91 N=8
N6 E89=1 M0 (EBENE -E60- NICHT RICHTIG DEFINIERT)
N7 G29 E90 K0 N=22
N8 E95=E51 E97=E50
N9 G=E60 E92=E97+E70 E93=E97+E62 E94=E97+E71 E95=E95+(E64:2)
N10 G29 E91=E115=0 E91 K0 N=16
N11 E77=abs(E77)
N12 G29 E91=abs(E62)>=E77 E91 N=14
N13 E77=abs(E62)
N14 E115=int(abs(E62):E77+.99) E116=E62:E115
N15 E115=E115-1
N16 G29 E91=E48>0 E91 N=19
N17 E89=1 M0 (WERKZEUGDURCHMESSER -E48- NICHT DEFINIERT)
N18 G29 E90 K0 N=22
N19 E123=E48:2
N20 G29 E91=E78>E123 E91 N=22
N21 E78=1.1*E123
N22
```

Schlichten einer kreisförmigen Tasche / Insel

```
N99701 (SCHLICHTEN EINER KREISFÖRMIGEN TASCHE / INSEL)
N1 E99=15+(19-E60)*12 E117=0
N2 G29 E91=E63>=0 E91 N=7
N3 E63=abs(E63)-1 E99=E99+9*(1-E119)
N4 G29 E91=E63<2 E91 N=9
N5 E63=E63-2 E117=1
N6 G29 E90 K0 N=9
N7 G22 N=99700 E115=0
N8 G29 E89 K0 N=50
N9 G29 E91=E63>0 E91 N=12
N10 G29 E91=E78<(E64:2) E91 N=12
N11 E78=E64:4
N12 E112=E111-E63*E75 E113=(2*E111-5)*E78 E97=E96-E113
N13 E98=E96+E113 E113=44-E112 E114=E95+E78*(2*E63-1)
N14 G29 E90 K0 N=E99
N15 G0 X=E92 Y=E114 Z=E52
N16 G1 X=E93 F=E74
N17 G43 Z=E97 F=E73
N18 G=E113
N19 G=E112 Y=E95 Z=E52 J=E114 K=E52
N20 G=E111 J=E51 K=E52
N21 G=E112 Y=E114 Z=E98 J=E114 K=E52
N22 G40
N23 G29 E117 K0 N=50
N24 G0 Y=E114 Z=E52
N25 G0 X=E94
N26 G29 E90 K0 N=50
N27 G0 X=E114 Y=E92 Z=E52
N28 G1 Y=E93 F=E74
N29 G43 Z=E98 F=E73
N30 G=E113
N31 G=E112 X=E95 Z=E52 I=E114 K=E52
N32 G=E111 I=E50 K=E52
N33 G=E112 X=E114 Z=E97 I=E114 K=E52
N34 G40
N35 G29 E117 K0 N=50
N36 G0 X=E114 Z=E52
N37 G0 Y=E94
N38 G29 E90 K0 N=50
N39 G0 X=E114 Y=E51 Z=E92
N40 G1 Z=E93 F=E74
N41 G43 Y=E97 F=E73
N42 G=E113
N43 G=E112 X=E95 Y=E51 I=E114 J=E51
N44 G=E111 I=E50 J=E51
N45 G=E112 X=E114 Y=E98 I=E114 J=E51
N46 G40
N47 G29 E117 K0 N=50
N48 G0 X=E114 Y=E51
N49 G0 Z=E94
N50
```

Hinweise zum Gebrauch

1. Der Anfangspunkt des Eintrittskreises ist ein fester Punkt (S); siehe Applikationsbericht: Schlichten einer kreisförmigen Tasche oder Insel. Der Teileprogrammierer sollte nachschauen, ob er diesen Punkt im Programm verwenden kann.

2. Wenn der programmierte Radius des Eintrittskreises (E78) größer ist als der Taschenradius, so wird der Wert von E78 im Makro auf die Hälfte des Taschenradius reduziert.

3. Wird in der normalen Betriebsart Einzelsatz oder Automatik ein Fehler erkannt, so wird der Programmablauf gestoppt (Programm-Halt M0) und der Fehlertext auf dem Bildschirm angezeigt. Nach Drücken von START erfolgt ein Sprung ans Ende des Makros. Die Abarbeitung des Makros wird abgebrochen. Indem der Bediener MANUAL drückt, wechselt die Steuerung auf Handbetrieb. Der Bediener kann jetzt die Programmausführung mit CNC rücksetzen abwählen und das Programm ändern.

4. Wird in einer der Grafikmodi ein Fehler erkannt, so wird der Programmablauf gestoppt (Programm-Halt M0) und es werden die Makronummer und die Satznummer mit dem Programmhalt angezeigt. Der Fehlertext wird nicht angezeigt. Der Bediener muß dann in das Makro-Listing nachsehen, um welchen Fehler es sich handelt. Beim Verlassen des Grafikmodus wird automatisch ein CNC rücksetzen erzeugt. Der Bediener kann jetzt das Programm ändern und erneut ausführen.

5. Ein in einem Makro erkannten Fehler kann nicht mit Hilfe von MANUAL BLOCK SEARCH gefunden werden. Wird in diesem Fall ein falscher Parameter verwendet, so wird das Makro nicht ausgeführt.

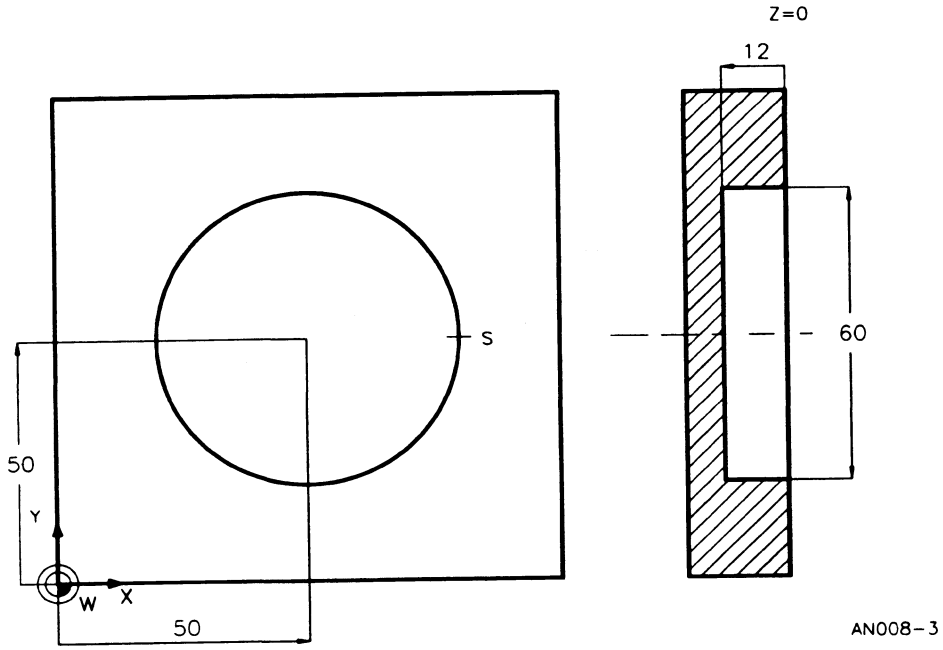
6. Dieses Makro kann zusammen mit den Makros für Lochmuster verwendet werden. Einige Muster sind im Applikationsbericht 02 vom 910220 beschrieben.

   Ein Fehler in einem Makro zum Fräsen wird an jedem Punkt des Musters erkannt. Sämtliche Bewegungen werden ignoriert. Auch hier empfiehlt es sich, den Programmablauf mit CNC rücksetzen zu unterbrechen.

7. Im Makro N99700, Satz N9, wird der mit E60 definierte G-Code für die Ebenenauswahl gesetzt. Um zu vermeiden, daß der Bildschirm während Grafikbetrieb gelöscht wird, muß der richtige G-Code für die Ebenenauswahl (G17, G18 bzw. G19) vor den Funktionen G98 und G99 programmiert werden.

Anwendungsbeispiele

Beispiel 1 Schlichten einer kreisförmigen Tasche



Beispiel zum Schlichten einer Tasche
Die kreisförmige Tasche soll geschlichtet werden. Es kommt ein Fingerfräser (Durchmesser 14 mm) zum Einsatz.

Das Teileprogramm könnte wie folgt aussehen:

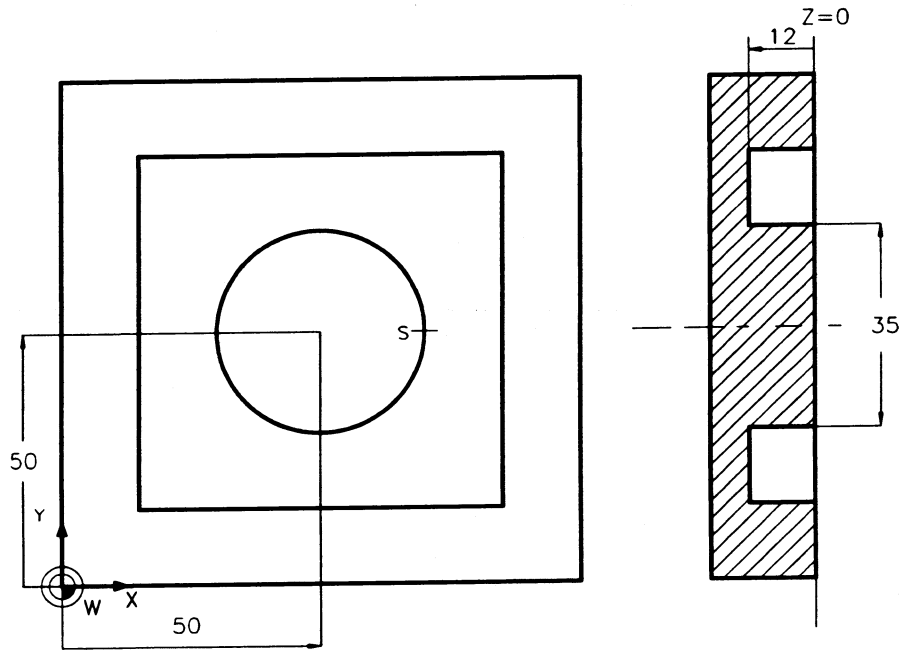
```
N207010 (SCHLICHTEN EINER KREISTASCHE)
N1 G54
N2 G98 X0 Y0 Z0 I100 J100 K-30
N3 G99 X0 Y0 Z0 I100 J100 K-25
N4 Z10 T8 M6 E60=17 (FINGERFRÄSER, DURCHMESSER 14)
N5 E50=50 E51=50 E52=0 E63=0 E62=-12 E64=60 E48=14
N6 E70=1 E71=1 E73=1000 E74=500 E75=1 E78=10
N7 G22 N=99701
N8 G0 Z100 M30
```

Erläuterung

N2/3 : Das Fenster (G98) und die Materialabmeßungen für die grafische Darstellung der Tasche auf dem CNC-Bildschirm definieren.
N4 : Den Fingerfräser einwechseln und die Ebene definieren.
N5 : Die Parameter für die Lage und Abmessungen der Tasche eingeben.
N6 : Die Parameter für das Schlichten der Tasche eingeben.
N7 : Das Makro zum Schlichten der Tasche aufrufen.
N8 : Das Werkzeug zurückziehen; Programmende.

Hinweis : Nötigenfalls wird der G-Code für die Ebenenauswahl zwischen den Sätzen N1 und N2 des Teileprogramms programmiert. Siehe Punkt 7 unter "Hinweise zum Gebrauch".

Beispiel 2 Schlichten einer kreisförmigen Insel



Beispiel zum Schlichten einer Insel

Die kreisförmige Insel soll geschlichtet werden. Es kommt ein Fingerfräser (Durchmesser 14 mm) zum Einsatz.

Das Teileprogramm könnte wie folgt aussehen:

```
N207011 (SCHLICHTEN EINER KREISFÖRMIGEN INSEL)
N1 G54
N2 G98 X0 Y0 Z0 I100 J100 K-30
N3 G99 X0 Y0 Z0 I100 J100 K-25
N4 Z10 T8 M6 E60=17 (FINGERFRÄSER DURCHMESSER 14)
N5 E50=50 E51=50 E52=0 E63=1 E62= 12 E64=35 E48=14
N6 E70=1 E71=1 E73=1000 E74=500 E75=1 E78=10
N7 G22 N=99701
N8 G0 Z100 M30
```

Erläuterung

Der einzige Unterschied zwischen den Programmen N207010 (TASCHE) und N207011 (INSEL) besteht darin, daß für E63 im Satz N5 ein anderer Wert programmiert wurde.

112.9 Fräsen einer kreisförmigen Nut

Einführung

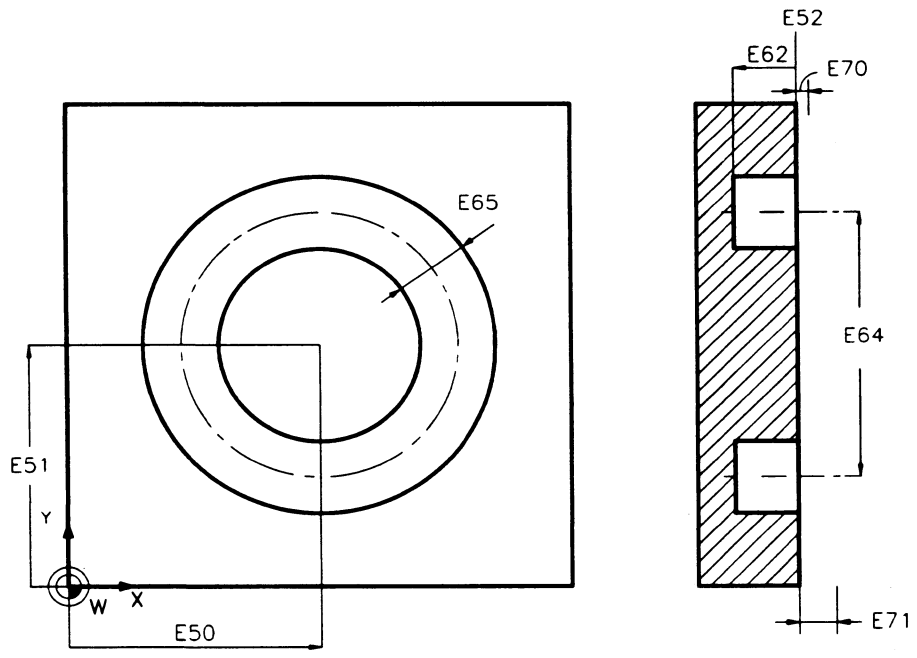
Ein spezielles Makro wurde entwickelt zum Fräsen einer kreisförmigen Nut.

Bei diesem Zyklus kommen folgende Parameter zum Einsatz:

Eingangsparameter

E60: Code für die Ebene
=17 für XY-Ebene
=18 für XZ-Ebene
=19 für YZ-Ebene

Parameter E60 muß nur einmal im Programm definiert werden. Solange die Ebene nicht gewechselt oder der Parameter nicht für andere Zwecke benutzt wird, bleibt sein Wert unverändert und kann von den Makros verwendet werden.



Bedeutung der Eingangsparameter

E50 : X-Koordinate des Kreismittelpunktes
E51 : Y-Koordinate des Kreismittelpunktes
E52 : Z-Koordinate des Kreismittelpunktes
E62 : Nuttiefe
E64 : Durchmesser des Teilkreises der Nut
E65 : Nutbreite
E70 : Sicherheitsabstand
E71 : Rückzugsabstand
E73 : Vorschubgeschwindigkeit für Fräsen
E74 : Zustellung
E75 : Fräsrichtung bei Blick vom Werkzeug auf das Werkstück:
+1:Gegenlauffräsen(im Gegenuhrzeigersinn)
-1: Gleichlauffräsen (im Uhrzeigersinn)
E77 : Maximaler Schritt beim Fräsen in mehreren Schichten

Hinweise:

1. Sämtliche Koordinaten und Abstände sind in Millimeter oder Zoll gegeben, je nachdem ob das Programm in metrischen bzw. Zollmaßen abgefaßt ist. Die Koordinaten stellen immer Absolutwerte dar.

2. Bei allen Abständen ist das Vorzeichen zu berücksichtigen:
   +: in positiver Richtung der Achse
   -: in negativer Richtung der Achse

3. Die Vorschubgeschwindigkeit ist in
   -mm/min (bzw. Zoll/min) bei aktivem G94
   -mm/U (bzw. Zoll/U) bei aktivem G95

4. Alle Parameter müssen beim Makro-Aufruf definiert sein.

Ausgangsparameter

E89: Fehleranzeige:
=1: Fehler im Makro erkannt
=0: kein Fehler

Lokale Parameter

E90 : Reserviert für unbedingten Sprung

E91 : Verwendet beim Vergleichsausdruck

E92 -- E99 : Unterschiedliche Bedeutungen
E111 - E119 : Spezielle Bedeutung in diesem Makro oder in den aufrufenden Makros

Fehlermeldung

Ebene (E60) nicht richtig definiert

Aufruf-Makro : N99700 (Einstellungen der Werkzeugachse für Makros zum Fräsen)
N99701 (Schlichten der Tasche/Insel)
Aufgerufen von: N99580, sofern ein Muster verwendet wird.

Das Makro

```
N99702 (FRÄSEN EINER KREISFÖRMIGEN NUT)
N1 G22 N=99700 E115=1 E78=E65:2
N2 G29 E89 K0 N=25
N3 E93=E97+E116 E99=5+(19-E60)*6
N4 G29 E90 K0 N=E99
N5 G0 X=E92 Y=E95 Z=E52
N6 G1 X=E93 F=E74
N7 G=E111 J=E51 K=E52 F=E73
N8 G1 E93=E93+E116
N9 G14 J=E115 N1=6 N2=8
N10 G29 E90 K0 N=22
N11 G0 X=E95 Y=E92 Z=E52
N12 G1 Y=E93 F=E74
N13 G=E111 I=E50 K=E52 F=E73
N14 G1 E93=E93+E116
N15 G14 J=E115 N1=12 N2=14
N16 G29 E90 K0 N=22
N17 G0 X=E95 Y=E51 Z=E92
N18 G1 Z=E93 F=E74
N19 G=E111 I=E50 J=E51 F=E73
N20 G1 E93=E93+E116
N21 G14 J=E115 N1=18 N2=20
N22 E93=E93-E116 E92=E93 E119=1
N23 G22 N=99701 E63=-3 E95=E95+E78
N24 G22 N=99701 E63=-2 E95=E95-E65
N25
```

Hinweise zum Gebrauch

1. Der Anfangspunkt zum Fräsen der Nut wird in Bild gezeigt.

2. Das Werkzeug wird auf die erste Tiefe gefahren (siehe Punkt 3) und danach entlang dem Teilkreis der Nut. Es werden soviel Schritte ausgeführt, bis die endgültige Tiefe erreicht ist.

3. Der Schritt pro Tiefe wird in einen Durchschnittsbetrag umgerechnet, so daß alle Schritte gleich groß sind, auch der letzte.

4. Wenn der programmierte Schritt größer ist als die Tiefe, wird die Nut in einem Schritt gefräst.

5. Ein negativer Schrittwert wird in einen positiven Wert umgesetzt.

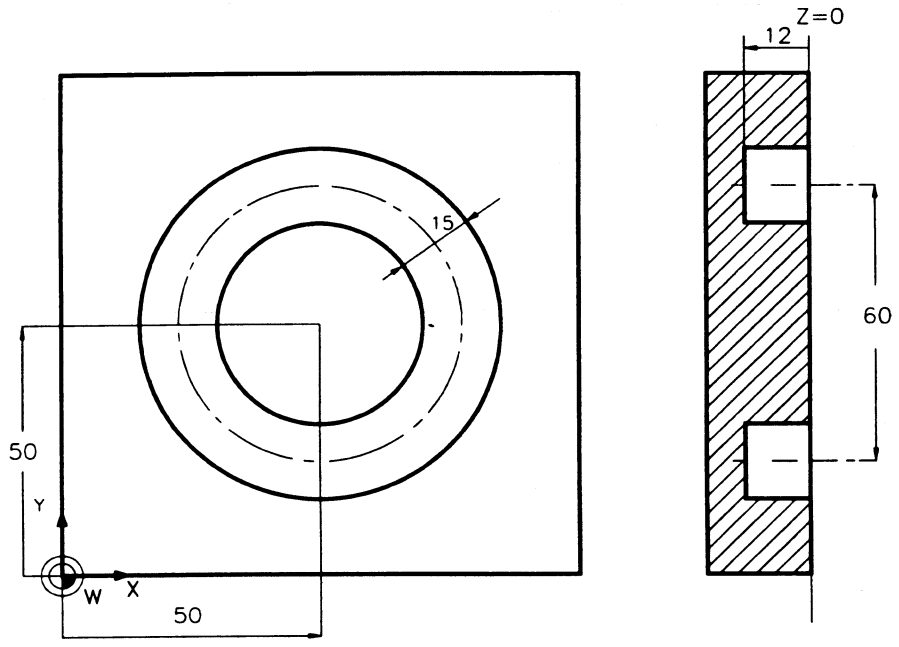
6. Angenommen wird, daß die Seiten der Nut, nachdem diese auf Tiefe gefräst ist, in einem Schritt bearbeitet werden können. Zuerst wird die Außenseite gefräst, danach die Innenseite.

7. Dieses Makro kann zusammen mit den Makro von Steuerungshersteller für Lochmuster verwendet werden. Einige dieser Muster sind im hersteller Applikationsbericht 02 vom 910220 beschrieben.

8. Für eine Beschreibung der Makros N99700 und N99701 sei auf den Applikationsbericht: Schlichten einer kreisförmigen Tasche oder Insel.

9. Die Vorgehensweise zur Beseitigung eines im Makro N99700 erkannten Fehlers, ist ebenfalls im Applikationsbericht: Schlichten einer kreisförmigen Tasche oder Insel.

Anwendungsbeispiel



Beispiel einer kreisförmigen Nut

Die Nut soll gefräst werden. Es kommt ein Fingerfräser (Durchmesser 14 mm) zum Einsatz.

Das Teileprogramm können wie folgt aussehen:

```
N20702 (BEISPIEL EINER KREISFÖRMIGEN NUT)
N1 G54
N2 G98 X0 Y0 Z0 I100 J100 K-30
N3 G99 X0 Y0 Z0 I100 J100 K-25
N4 Z10 T8 M6 E60=17 (FINGERFRÄSER, DURCHMESSER 14)
N5 E50=50 E51=50 E52=0 E62=-12 E64=60 E65=15
N6 E70=1 E71=1 E73=1000 E74=500 E75=1 E77=4
N7 G22 N=99702
N8 G0 Z100 M30
```

Erläuterung

N2/3 : Das Fenster (G98) und die Materialabmeßungen für die grafische Darstellung der Nut auf dem CNC-Bildschirm definieren.
N4 : Den Fingerfräser einwechseln und die Ebene definieren.
N5 : Die Parameter für die Lage und Abmessungen der Nut eingeben.
N6 : Die Parameter für das Fräsen der Nut eingeben.
N7 : Das Makro zum Fräsen der Nut aufrufen.
N8 : Das Werkzeug zurückziehen; Programmende.

112.10 Rhombisches Muster

Einführung

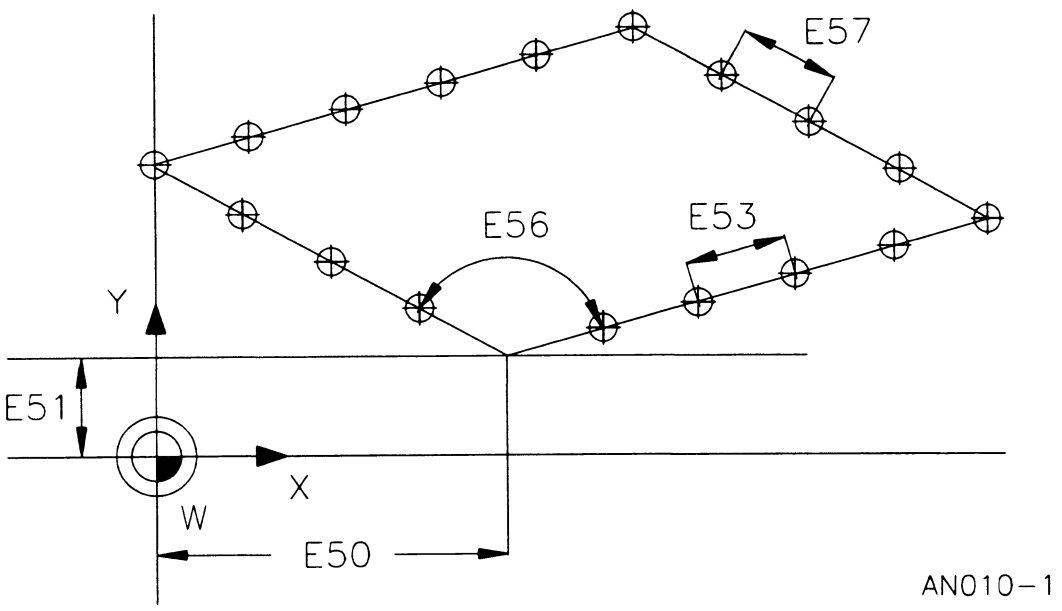
Ein spezielles Makro wurde entwickelt zur Ausführung eines beliebigen Arbeitszyklus auf einem rhombischen Muster.

Es handelt sich um die Ausführung der:
- Festzyklen (G81 bis G89) der Steuerung,
- Makros für Arbeitszyklen, die von Steuerungshersteller definiert sind,
- Makros, die vom Anwender definiert sind.

Eingangsparameter:

E60: Code für die Ebene
=17 für XY-Ebene
=18 für XZ-Ebene
=19 für YZ-Ebene

Parameter E60 sollte nur einmal im Programm eingestellt werden. Solange die Ebene nicht gewechselt oder der Parameter nicht für andere Zwecke benutzt wird, bleibt sein Wert unverändert und kann von den Makros genutzt werden.



Bedeutung der Eingangsparameter

E50 : X-Koordinate des ersten Punktes (absolut)
E51 : Y-Koordinate des ersten Punktes (absolut)
E52 : Z-Koordinate des ersten Punktes (absolut)
E53 : Abstand zwischen zwei Punkten auf der ersten Linie (vorzeichenlos)
E54 : Winkel der ersten Linie mit:
-der X-Achse (G17 oder G18)
-der -Z-Achse (G19)
E55 : Anzahl der Bohrungen (minimal 2) auf der ersten Linie
E56 : Winkel zwischen den beiden Linien
E57 : Abstand zwischen zwei Punkten auf der zweiten Linie (vorzeichenlos)
E58 : Anzahl der Bohrungen (minimal 2) auf der zweiten Linie
E59 : = 0 der zuletzt definierte Festzyklus der Steuerung
0 die Identifizierungsnummer des Makros für den Zyklus

E61 : = 0 der Arbeitszyklus muß am ersten Punkt des Musters ausgeführt werden
= 1 der erste Punkt ist ein Bezugspunkt für das Muster; es erfolgt kein Arbeitszyklus an diesem Punkt

Hinweise:

1. Alle Koordinaten und Abstände sind in Millimeter oder Zoll gegeben, je nachdem, ob das Programm in metrischen bzw. Zollmaßen abgefaßt ist.

2. Winkel sind in Grad und Bruchteilen von Grad gegeben.

3. Alle Parameter müssen beim Makro-Aufruf definiert sein.

Ausgangsparameter

E50 : X-Koordinate der Lage des Zyklus
E51 : Y-Koordinate der Lage des Zyklus
E52 : Z-Koordinate der Lage des Zyklus

E81 : Winkel mit der Hauptachse (für Taschenzyklen)

E110 : Die aktuelle Nummer der Lage des Musters

Lokale Parameter

E90 : Reserviert für den unbedingten Sprung

E91 : Verwendet beim Vergleichsausdruck

E86 -- E88 : Zeitweise Speicherung von E50 bis E52
E92 -- E99 : Unterschiedliche Bedeutungen in den als Makro programmierten Zyklen
E100 -- E109 : Unterschiedliche Bedeutungen im Makro für das Muster

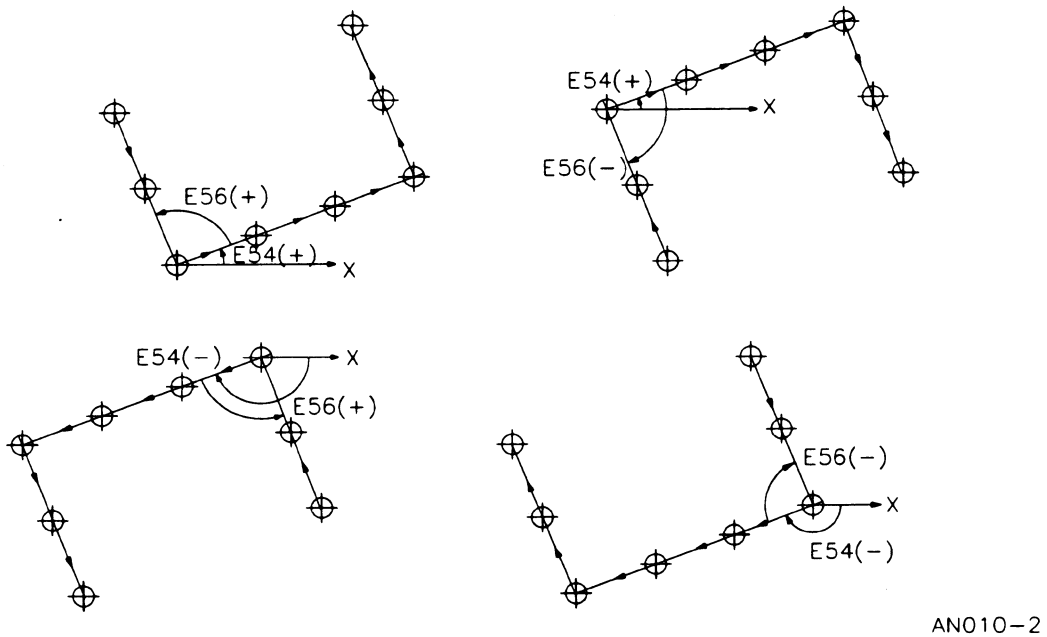
Aufruf-Makro: N99580
Für eine Beschreibung dieses Makros siehe Applikationsbericht: Linear Muster.

Das Makro

```
N99584 (RHOMBISCHES MUSTER)
N1 E83=E53 E84=E54 E85=E55 E107=E54+E56
N2 G22 N=99580 E101=-1 (ERSTE LINIE)
N3 E53=E57 E54=E107 E55=E58-1
N4 G22 N=99580 E101=3 (ZWEITE LINIE)
N5 E53=-E83 E54=E84 E55=E85-1
N6 G22 N=99580 (DRITTE LINIE)
N7 E53=-E57 E54=E107 E55=E58-2
N8 G22 N=99580 E101=2 (VIERTE LINIE)
N9 E53=E83 E54=E84 E55=E85
```

Hinweise zum Gebrauch

1. Die Lage des Musters in der Ebene kann frei gewählt werden.



AN010−2

Lage des Muster in der Ebene

Die Winkel E54 und E56 müssen zwischen -360° und 360° liegen. Das Vorzeichen des Winkels ist aus dem Bild ersichtlich.

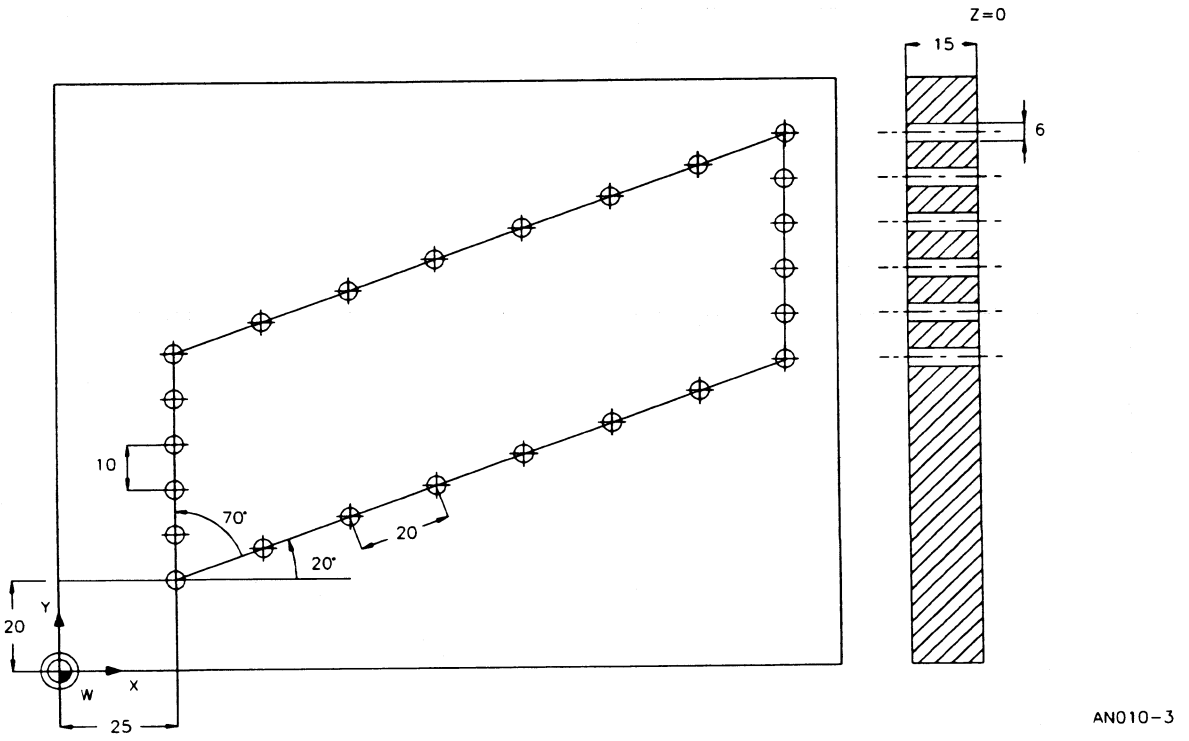
Für E53 und E57 ist immer ein positives Vorzeichen zu verwenden.

2. Auch Makros, die vom Anwender definiert sind, können auf dem Muster ausgeführt werden, sofern sie dieselbe Struktur aufweisen wie die von Steuerungshersteller definierten Makros für die Zyklen
   . Die Struktur sieht so aus:
   - Die Position in der Werkzeugachse berechnen.
   - Das Werkzeug an die Position fahren, an der der Zyklus ausgeführt werden soll. Zur Vermeidung einer Kollision zwischen Werkzeug und Werkstück kann die Positionierlogik der Steuerung (wirksam während G0) eingesetzt werden.
   Folgende Bewegungen ausführen:
   . Bewegung in der Werkzeugachse für die Bohrarbeiten
   . Bewegung in der Hauptebene für die Fräsarbeiten.

3. Einige Makronummern werden von hersteller zum Definieren bestimmter Makros für arbeitszyklen verwendet, z.B. N99082, N99084, N99085, N99086.

4. Alle Festzyklen für die Bohrarbeiten (G81, G83, G84, G85 und G86) und der Zyklus zum Fräsen einer Kreistasche (G89) können ohne Einschränkungen auf dem Muster ausgeführt werden.
   Die Anwendung von Festzyklen zum Fräsen einer Rechtecktasche (G87) oder einer Nut (G88) ist auf eine Tasche bzw. Nut parallel zu den Hauptachsen beschränkt.

Anwendungsbeispiel



Ein rhombisches Muster

Die Bohrungen des Musters sollen gebohrt und gerieben werden. Zum Bohren wird der Festzyklus G81 verwendet, zum Reiben das Makro N99085.
Die Teileoberfläche ist die von E52 definierte Ebene Z=O.

Das Teileprogramm könnte so aussehen:

```
N20984 (RHOMBISCHES MUSTER TESTEN)
N1 G54
N2 G98 X0 Y0 Z0 I200 J150 K50
N3 G99 X-10 Y-10 Z-20 I220 J150 K50
N4 T31 M6 E60=17
N5 G81 Y2 Z-15 F500 S1000 M3 E59=0
N6 E50=25 E51=20 E52=0 E53=20 E54=20 E55=8
N7 E56=70 E57=10 E58=6 E61=0
N8 G22 N=99584
N9 T32 M6
N10 E59=99085 E62=-12 E70=2 E71=2 E72=0 E73=100 E74=500
N11 G22 N=99584
```

Erläuterung

N2/3 : Das Fenster (G98) und das Material für die grafische Darstellung des Musters auf dem CNC-Bildschirm definieren.
N4 : Den Bohrer einwechseln und die Werkzeugachse definieren.
N5 : Der Festzyklus (G81) zum Bohren der Löcher wird definiert.
N6/7 : Die Parameter zum Definieren des Musters werden programmiert.
N8 : Das Makro zum Ausführen des Bohrzyklus auf dem rhombischen Muster wird aufgerufen.
N9 : Die Reibahle einwechseln.
N10 : Die Parameter für das Makro N99085 für den Reibzyklus einstellen. Für eine Beschreibung dieses Makros und die Bedeutung der zugehörigen Parameter siehe Reibzyklus mit separatem Austrittsvorschub.
N11 : Das Makro für den Reibzyklus auf dem rhombischen Muster ausführen. Die Parameter die das Muster definieren, brauchen nicht wiederholt zu werden.

112.11 Schruppen einer kreisförmigen Tasche

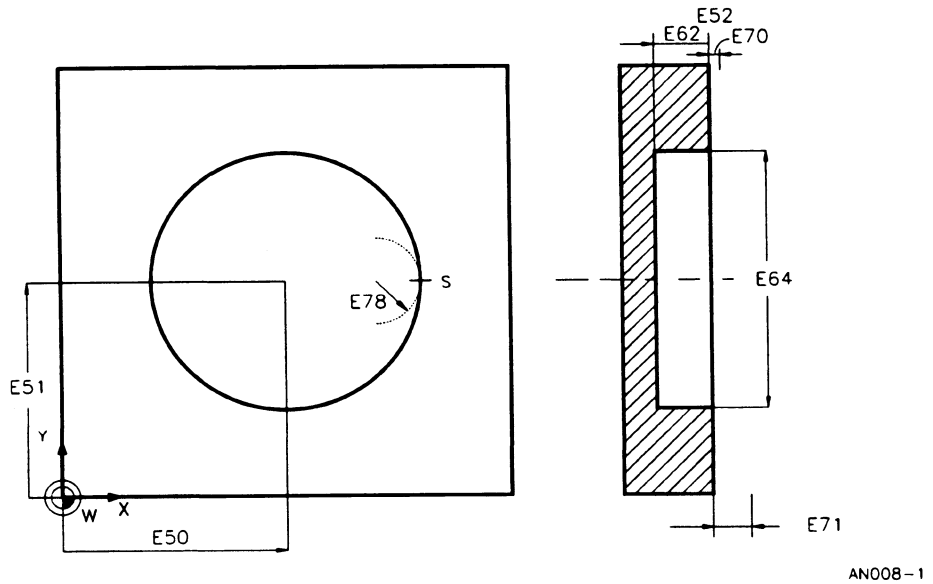
Einführung

Ein spezielles Makro wurde entwickelt zum Schruppen einer kreisförmigen Tasche. Das Werkzeug bewegt sich entweder entlang einem Kreis oder einer Spirale. Im letzten Fall lassen sich bessere Schnittbedingungen erzielen.
Der Durchmesser einer bestehenden Bohrung (vorgebohrt oder bereits am Werkstück vorgesehen) kann eingegeben werden und wird bei der Fräsoperation berücksichtigt.

Eingangsparameter

E60: Code für die Ebene
=17 für XY-Ebene
=18 für XZ-Ebene
=19 für YZ-Ebene

Parameter E60 sollte nur einmal im Programm eingestellt werden. Solange die Ebene nicht gewechselt oder der Parameter nicht für andere Zwecke benutzt wird, bleibt sein Wert unverändert und kann von den Makros genutzt werden.



Bedeutung der Eingangsparameter

E50 : X-Koordinate der Kreistaschenmitte
E51 : Y-Koordinate der Kreistaschenmitte
E52 : Z-Koordinate der Kreistaschenmitte
E62 : Taschentiefe
E64 : Taschendurchmesser
E69 : Durchmesser einer
- am Werkstück vorhandenen Bohrung
- vorgebohrten Bohrung
= 0 wenn keine Bohrung vorgesehen ist
E70 : Sicherheitsabstand
E71 : Rückzugsabstand

E72 : Fräsart
=0 Standard-Kreisfräsen ohne Endbearbeitung
=1 Standard-Kreisfräsen mit Endbearbeitung
=2 Spiralenfräsen ohne Endbearbeitung
=3 Spiralenfräsen mit Endbearbeitung
E73 : Vorschubgeschwindigkeit für Fräsen
E74 : Zustellung
E75 : Fräsrichtung bei Blick vom Werkzeug auf das Werkstück:
=+1:Gegenlauffräsen (im Gegenuhrzeigersinn)
=-1:Gleichlauffräsen (im Uhrzeigersinn)
E76 : Überlappungsparameter (in % des Werkzeugdurchmessers)
E77 : Maximaler Schritt beim Fräsen in mehreren Schichten
E78 : Radius des Einfahrkreises
E79 : Schlichtaufmaß
E48 : Fräserdurchmesser

Hinweise:

1. Alle Koordinaten und Abstände sind in Millimeter oder Zoll gegeben, je nachdem, ob das Programm in metrischen bzw. Zollmaßen abgefaßt ist. Die Koordinaten stellen immer Absolutwerte dar.

2. Bei allen Abständen ist das Vorzeichen zu berücksichtigen:
+: in positiver Richtung der Achse
-: in negativer Richtung der Achse

3. Die Vorschubgeschwindigkeit ist in
mm/min (bzw. Zoll/min) bei aktivem G94
- mm/U (bzw. Zoll/U) bei aktivem G95

4. Alle Parameter müssen beim Makro-Aufruf definiert sein.

Ausgangsparameter

E89: Fehleranzeige:
=1: Fehler im Makro erkannt
=0: kein Fehler

Lokale Parameter

E90 : Reserviert für den unbedingten Sprung

E91 : Verwendet beim Vergleichsausdruck

E92 -- E99 : Unterschiedliche Bedeutung bei den Zyklen
E100 -- E110 : Spezielle Bedeutung in den Makros für das Muster
E111 - E119 : Spezielle Bedeutung im Makro N99701
E121 -- E125 : Eingangsparameter für das Makro N99550 für die Spirale
E126 -- E127 : Spezielle Bedeutung im Makro N99703
E128 -- E139 : Spezielle Bedeutung im Makro N99550

Fehlermeldung

Ebene -E60- nicht richtig definiert

Werkzeugdurchmesser -E48- nicht definiert

Durchmesser der bestehenden Bohrung -E69- größer als der Taschendurchmesser

Aufruf-Makro

N99700 (Einstellungen der Werkzeugachse für die Makros für das Fräsen)
N99550 (Fräsen der archimedischen Spirale)
N99701 (Schlichten der Tasche/Insel)

Aufgerufen von

N99580 Allgemeines Makro des Musters, sofern ein Muster verwendet wird.

N99704 (Kreistasche mit Kugelboden)

DIE MAKROS

FRÄSEN EINER ARCHIMEDISCHEN SPIRALE

```
N99550 (FRÄSEN EINER ARCHIMEDISCHEN SPIRALE)
N1 G29 E91=abs(E122-E121)<=abs(E124) E91 N=21
N2 G29 E91=E123<>0 E91 N=5
N3 E89=1 M0 (RADIUSZUNAHME -E123- GLEICH 0)
N4 G29 E89 K0 N=21
N5 F=E73 E128=abs(E123) E129=abs(E124) E130=30-E60 E131=E121
N6 G29 E91=E121<E122 E91 N=8
N7 E128=-E128 E129=-E129
N8 E132=E75*E129*360:E128 E135=cos(E132) E136=sin(E132)
N9 E133=E121*cos(E121*E128:360) E134=E121*sin(E121*E128:360)
N10 G29 K0 E90 N=14
N11 G1 Y=E51+E134 Z=E52-E133
N12 G1 X=E50+E133 Z=E52-E134
N13 G1 X=E50+E133 Y=E51+E134
N14 G14 N1=E130
N15 E137=1+E129:E131 E138=E137*E133 E139=E137*E134 E131=E131+E129
N16 E133=E138*E135-E139*E136 E134=E139*E135+E138*E136
N17 G29 E91 N=14 E91=abs(E122-E131)>abs(E124)
N18 G29 E91=E125=0 E91 N=21
N19 E137=E122:E131 E133=E133*E137 E134=E134*E137
N20 G14 N1=E130
N21
```

SCHRUPPEN EINER KREISTASCHE

```
N99703 (SCHRUPPEN EINER KREISTASCHE)
N1 G29 E91=E64<=0 E91 N=7
N2 G22 N=99700 E115=1
N3 G29 E89 K0 N=42
N4 G29 E91=E69<=E64 E91 N=7
N5 E89=1 M0 (DURCHMESSER BESTEHENDEN DER BOHRUNG -E69- GROßER ALS DER
TASCHENDURCHMESSER)
N6 G29 E89 K0 N=42
N7 E99=12+(19-E60)*3 E119=E72 E127=E99+17 E64=abs(E64)
N8 E93=E97+E116 E122=.5*E64-E79-E123 E125=E69:2
N9 G29 E91=E69>=E48 E91 N=11
N10 E125=E48:2
N11 G29 E90 K0 N=E99
N12 G0 X=E92 Y=E51 Z=E52
N13 G1 X=E93 F=E74
N14 G29 E90 K0 N=20
N15 G0 X=E50 Y=E92 Z=E52
N16 G1 Y=E93 F=E74
N17 G29 E90 K0 N=20
N18 G0 X=E50 Y=E51 Z=E92
N19 G1 Z=E93 F=E74
N20 G29 E91=E72<2 E91 N=25
N21 E119=E72-2 E121=E125 E124=E123:60
N22 G29 E91=E121>=E122 E91 N=27
N23 G22 N=99550 E126=39 E127=E127+1
N24 G29 E90 K0 N=28
N25 E121=E125+.01*E76*E48-E123 E126=26
N26 G29 E91=E121<E122 E91 N=28
N27 E121=E122 E126=39
N28 G29 E90 K0 N=E127
N29 G1 Y=(E51+E121) F=E73
N30 G=E111 J=E51 K=E52
N31 G29 E90 K0 N=37
N32 G1 X=(E50+E121) F=E73
N33 G=E111 I=E50 K=E52
N34 G29 E90 K0 N=37
N35 G1 X=(E50+E121) F=E73
N36 G=E111 I=E50 J=E51
N37 E121=E121+.01*E76*E48
N38 G29 E90 K0 N=E126
N39 E92=E93 E93=E93+E116
N40 G29 E115 N=E99
N41 G22 N=99701 E63=-1 E93=E93 E116
N42
```

Hinweise zum Gebrauch

1. Für den Anfangspunkt des Fräsvorgangs siehe Bild.

2. Das Werkzeug wird auf erste Tiefe gefahren (siehe Punkt 3) und die Kreistasche in der Hauptebene ausgeräumt, indem sich das Werkzeug entlang einem Kreis oder einer Spirale (je nachdem Parameter E72) bewegt. Es werden soviele Schritte ausgeführt, bis die endgültige Tiefe erreicht ist.

3. Der Schritt pro Tiefe wird in einen Durchschnittswert umgerechnet, so daß alle Schritte gleich groß sind, auch der letzte.

4. Die Punkte auf der Spirale werden in Schritten von 6° berechnet. Um die Operationsgenauigkeit zu steigern oder zu verringern muß E124 in Satz N21 von Makro N99703 neu berechnet werden. Für eine höhere oder niedrigere Genauigkeit wird der Wert 60 im Nenner vergrößert bzw. verkleinert.

5. Beim Spiralenfräsen erfolgt der letzte Schritt zum Ausräumen kreisförmig.

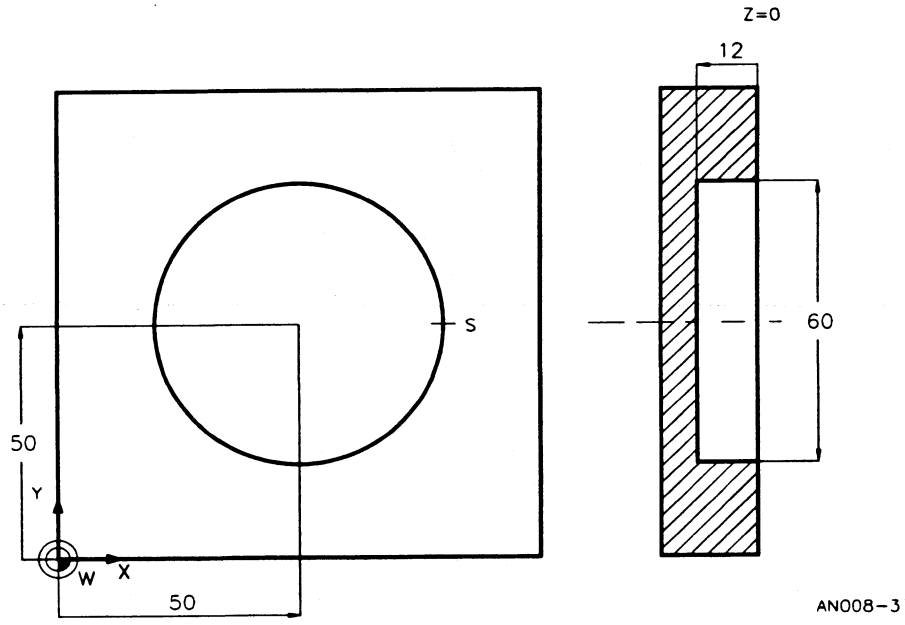
6. Makro N99703 kann zusammen mit den Makros von Steuerungshersteller für Lochmuster verwendet werden. Einige dieser Muster sind im Applikationsbericht 02 vom 910220 beschrieben.

7. Der Applikationsbericht: Schlichten einer kreisförmigen Tasche oder Insel enthält:
eine Beschreibung der Makros N99700 und N99701, die Vorgehensweise zum Beseitigen eines in den verwendeten Makros vorgefundenen Fehlers

8. Wenn der Taschendurchmesser -- E64 -- beim Makroaufruf einen negativen Wert aufweist, so werden der Aufruf von Makro N99700 und die Prüfung auf E69 ignoriert.

9. Für die Anwendung von Makro N99550 (Fräsen einer archimedischen Spirale) als separates Makro sei auf den Anhang zu diesem Applikationsbericht verwiesen.

Anwendungsbeispiel



Schruppen einer Kreistasche

Die Kreistasche soll gefräst und geschlichtet werden. Unter Verwendung von Makro N99703 könnte das Teileprogramm folgendermaßen aussehen:

```
N2070317
N1 G54
N2 G17
N3 G98 X0 Y0 Z0 I100 J100 K-30
N4 G99 X0 Y0 Z0 I100 J100 K-25
N5 Z10 T8 M67 E60=17 (FINGERFRÄSER, DURCHMESSER 14)
N6 E48=14 E50=50 E51=50 E52=0 E62=-12 E64=60 E69=20
N7 E70=1 E71=1 E72=3 E73=2000 E74=500 E75=1
N8 E76=50 E77=3.5 E78=0 E79=1
N9 G22 N=99703
N10 G0 Z100 M30
```

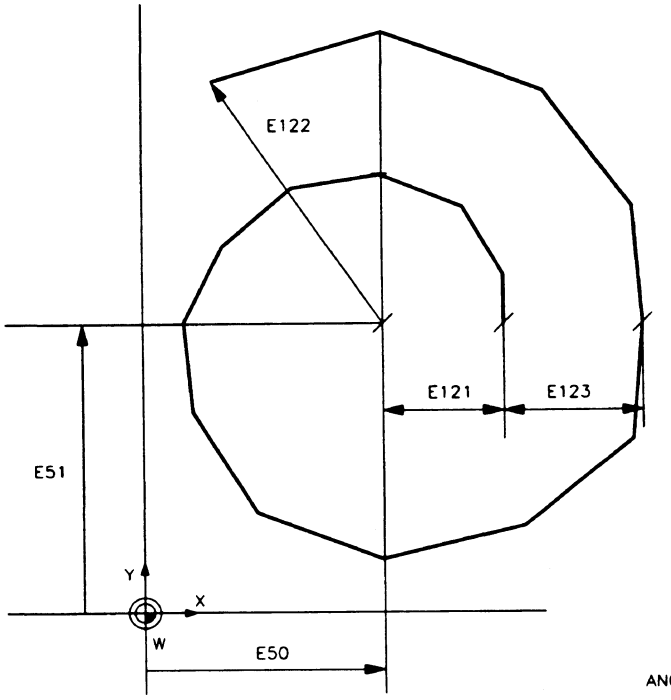
Erläuterung

N3/4 : Das Fenster (G98) und die Materialabmeßungen für die grafische Darstellung der Tasche auf dem CNC-Bildschirm definieren.
N5 : Den Fingerfräser laden und die Ebene definieren.
N6 : Die Parameter für die Lage und Abmessungen der Tasche eingeben.
N7-N8 : Die Parameter zum Fräsen der Tasche eingeben.
N9 : Das Makro zum Fräsen der Tasche aufrufen.
N10 : Das Werkzeug zurückziehen; Programmende.

ANHANG

Das Makro N99550 zum Fräsen einer archimedischen Spirale kann auch separat verwendet werden. Die Spirale kann entweder an der Innenseite oder an der Außenseite gefräst werden.

Eingangsparameter für die Spirale



Bedeutung der Spiralenparameter

E121 : Anfangsradius der Spirale
E122 : Endradius
E123 : Radiuszunahme pro Umdrehung (vorzeichenlos)
E124 : Toleranzwert (= Abweichung zum Radius) (vorzeichenlos)
E125 : = 0 es wird nach der Spirale kein Kreis gefräst
<>0 es wird nach der Spirale ein Kreis gefräst
E73 : Fräsvorschub
E75 : Fräsrichtung bei Blick vom Werkzeug auf das Werkstück
=+1 :Gegenlauffräsen (im Gegenuhrzeigersinn)
=-1 :Gleichlauffräsen (im Uhrzeigersinn)

Hinweise zum Gebrauch von Makro N99550

1. Im aufrufenden Makro muß das Werkzeug
   - die richtige Anfangsposition und Tiefe anfahren,
   - nach dem Fräsen der Spirale zurückgezogen werden

2. Ist der Anfangsradius (E121) kleiner als der Endradius (E122), so erfolgt die Bewegung entlang der Spirale an der Außenseite Ist E121 größer als E122, so erfolgt die Bewegung an der Innenseite

3. Ist die Differenz zwischen dem Anfangsradius (E121) und Endradius (E122) kleiner als der Toleranzwert (E124), so wird das Fräsen der Spirale ohne Fehlermeldung ignoriert.

4. Wenn nach der Spirale ein Kreis gefräst werden soll, so wird in Makro N99550 das Werkzeug auf den Kreisanfangspunkt gefahren. Das tatsächliche Fräsen des Kreises muß im aufrufenden Makro ausgeführt werden.

112.12 Kreisförmige Tasche mit kugelförmigem Boden

Einführung

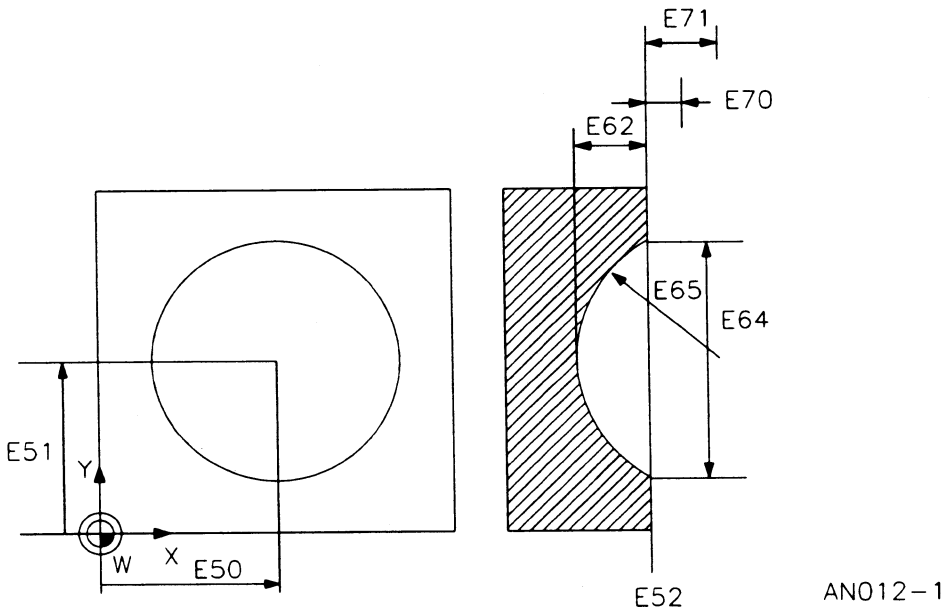
Ein spezielles Makro wurde entwickelt zum Fräsen einer kreisförmigen Tasche:
-mit kugelförmigem Boden. In diesem Fall sollte ein Kugelfräser eingesetzt werden.
-mit kugelförmiger Kante und flachem Boden. In diesem Fall sollte ein Zylinderfräser mit Eckenrundungen verwendet werden.

Eingangsparameter

E60: Code für die Werkzeugachse
=17 für Z-Achse
=18 für Y-Achse
=19 für X-Achse

Parameter E60 sollte nur einmal im Programm eingestellt werden. Solange die Werkzeugachse nicht gewechselt oder der Parameter nicht für andere Zwecke benutzt wird, bleibt sein Wert unverändert und kann von den Makros genutzt werden.

Lage und Geometrie der Tasche



Bedeutung der Eingangsparameter

E50 : X-Koordinate der Mitte der Kugel. Lage der Teileoberfläche in der Werkzeugachse bei G19
E51 : Y-Koordinate der Mitte der Kugel. Lage der Teileoberfläche in der Werkzeugachse bei G18
E52 : Z-Koordinate der Mitte der Kugel. Lage der Teileoberfläche in der Werkzeugachse bei G17

E62 : Taschentiefe
E64 : Taschendurchmesser
E65 : Kugelradius

Betriebsparameter

E70 : Sicherheitsabstand
E71 : Rückzugsabstand

E72 : Art in der die Kreistasche geschruppt wird
=0 kreisförmiges Fräsen
=2 spiralenförmiges Fräsen

E73 : Vorschubgeschwindigkeit für die Fräsarbeiten
E74 : Zustellung

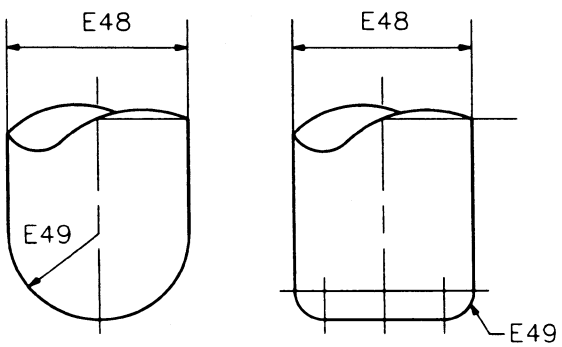
E75 : Fräsrichtung bei Blick vom Werkzeug auf das Werkstück:
=+1 : Gegenlauffräsen (im Gegenuhrzeigersinn)
=-1 : Gleichlauffräsen (im Uhrzeigersinn)

E76 : Überlappungsparameter (in % des Werkzeugdurchmessers)

E77 : Schritttiefe (vorzeichenlos)

E79 : Schlichtaufmaß

Werkzeugparameter



AN012-2

Werkzeugparameter

E48 : Fräserdurchmesser

E49 : = (E48:2) für einen Kugelfräser
= Eckenradius für einen Zylinderfräser

Hinweise:

1. Alle Koordinaten und Abstände sind in Millimeter oder Zoll gegeben, je nachdem ob das Programm in metrischen bzw. Zollmaßen abgefaßt ist. Die Koordinaten stellen immer Absolutwerte dar.

2. Bei allen Abständen ist das Vorzeichen zu berücksichtigen:
+: in positiver Richtung der Achse
-: in negativer Richtung der Achse

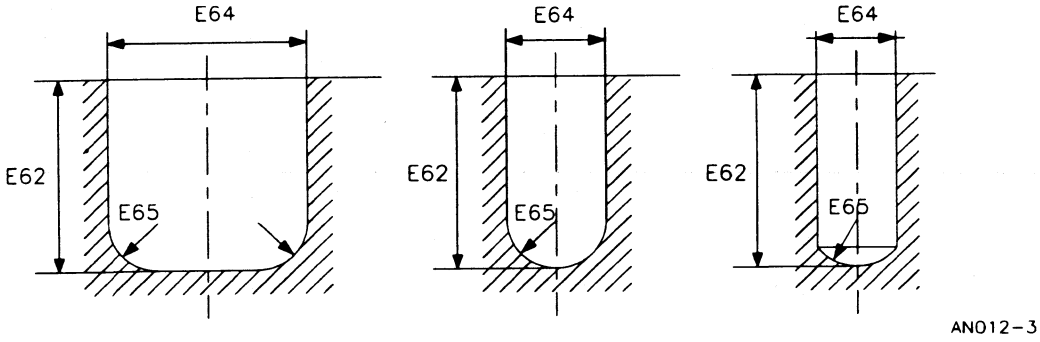
3. Die Vorschubgeschwindigkeit ist in
- mm/min (bzw. Zoll/min) bei aktivem G94
- mm/U (bzw. Zoll/U) bei aktivem G95

4. Alle Parameter müssen beim Makro-Aufruf definiert sein.

5. Die Taschengeometrie beschränkt sich nicht auf die gezeigte Möglichkeit. Weitere Möglichkeiten

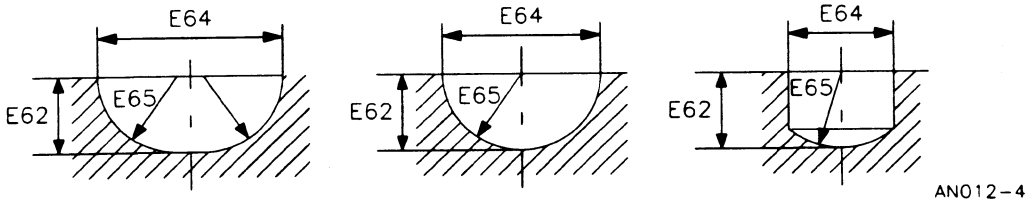
werden in den nachfolgenden Bildern vorgestellt. Zu ihrer Definition werden die gleichen Parameter verwendet.

1. E62>E65



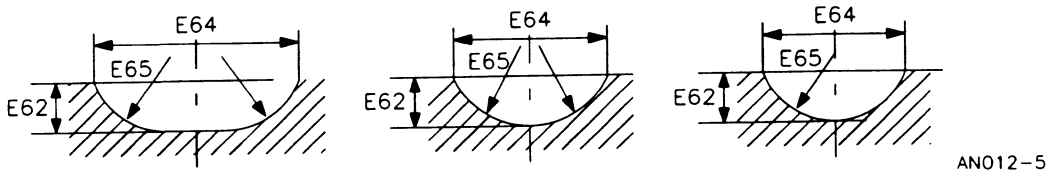
Taschengeometrie bei E62>E65

2. E62=E65



Taschengeometrie bei E62=E65

3. E62<E65



Taschengeometrie bei E62<E65

Ausgangsparameter

E89: Fehleranzeige:
=1: Fehler im Makro erkannt
=0: kein Fehler

Lokale Parameter

E90 : Reserviert für den unbedingten Sprung
E91 : Verwendet beim Vergleichsausdruck
E92 -- E99 : Unterschiedliche Bedeutung bei den Zyklen
E100 - E110 : Spezielle Bedeutung in den Makros für das Muster
E111 -- E119 : Spezielle Bedeutung im Makro N99701
E121 -- E125 : Eingangsparameter für das Makro N99550 für die Spirale
E126 -- E127 : Spezielle Bedeutung im Makro N99703
E128 -- E139 : Spezielle Bedeutung im Makro N99550
E130 -- E133 : Spezielle Bedeutung im Makro N99704
E140 - E149 : Spezielle Bedeutung im Makro N99704

Fehlermeldung

Ebene -E60- nicht richtig definiert

Werkzeugdurchmesser -E48- nicht definiert

Durchmesser der bestehenden Bohrung -E69- größer als der Taschendurchmesser

Werkzeug sollte einen Kugelfräser sein

Eckenradius -E49- nicht richtig definiert

Aufruf-Makros

N99700 (Einstellung der Werkzeugachse)
N99701 (Schlichten einer Kreistasche)
N99703 (Schruppen einer Kreistasche)

N99550 (Fräsen einer archimedischen Spirale)
(aufgerufen über N99703)

Aufgerufen von
N99580 Allgemeines Makro des Musters, sofern ein Muster verwendet wird.

Das Makro

```
N99704 (KREISTASCHE MIT KUGELFÖRMIGEM BODEN)
N1 G22 N=99700 E115=0 E130=2*E65 E147=E77 E148=E64
N2 G29 E89 K0 N=47
N3 G29 E91=E49>0 E91 N=6
N4 E89=1 M0 (ECKENRADIUS -E49- NICHT RICHTIG DEFINIERT)
N5 G29 E89 K0 N=47
N6 G29 E91=E65>=E49 E91 N=9
N7 E89=1 M0 (KUGELRADIUS -E65- ZU KLEIN FÜR WERKZEUG)
N8 G29 E89 K0 N=47
N9 E140=2*E49 E141=abs(E62) E142=-1 E143=23 E144=E94
N10 G29 E91=E62<0 E91 N=12
N11 E142=1
N12 E93=E97 E118=E95-(E64:2) E145=E65-E141 E149=0 E132=0
N13 G29 E91=E64>E130 E91 N=22
N14 G29 E91=E64=E130 E91 N=19
N15 E145=sqrt(E65*E65-(E64*E64:4)) E146=E65-E145
N16 E131=E141-E146 E143=34 E149=1 E132=E145-E131
N17 G29 E91=E141<=E146 E91 N=19
N18 E143=26 E131=E131+E49-2*E49*E145:E64
N19 G29 E91=E49=E123 E91 N=E143
N20 E89=1 M0 (WERKZEUG SOLLTE EIN KUGELFRÄSER SEIN)
N21 G29 E89 K0 N=47
N22 E140=E140+E64-E130
N23 G29 E91=E141<E65 E91 N=34
N24 G29 E91=E141=E65 E91 N=30
N25 E131=E141-E65
N26 E146=int(E131:E77+.99) E116=E142*E131:E146 E141=E148 E143=43
N27 E145=E131+E132 E146=E146-1
N28 G29 E90 K0 N=43
N29 G29 E91=E149=1 E91 N=34
N30 G29 E91=E77<E49 E91 N=32
N31 E77=E49
N32 E131=E49 E149=1 E132=0
N33 G29 E90 K0 N=26
N34 E143=35 E149=E65-E49 E145=E149*E145:E65
N35 E116=E49-E49*E145:E149 E146=1
N36 G29 E91=E116>.01 E91 N=39
N37 E92=E93+E70 E94=E144 E95=E118 E97=E62 E116=0 E141=E140
N38 G29 E90 K0 N=44 E143=47
N39 G29 E91=E116<=E77 E91 N=41
N40 E145=E145-(E116-E77) E116=E77
N41 E134=(E149+E145)*(E149-E145) E116=E142*E116
N42 E141=2*sqrt(E134)+E140 E145=(E145+E49)*E149:E65
N43 E92=E93+E70 E94=E92+E116 E95=E118+(E141:2) E97=E93
N44 G22 N=99703 E64=-E141 E115=0
N45 G29 E146 N=E143
N46 G29 E90 K0 N=29
N47 E64=E148 E77=E147
```

Hinweise zum Gebrauch

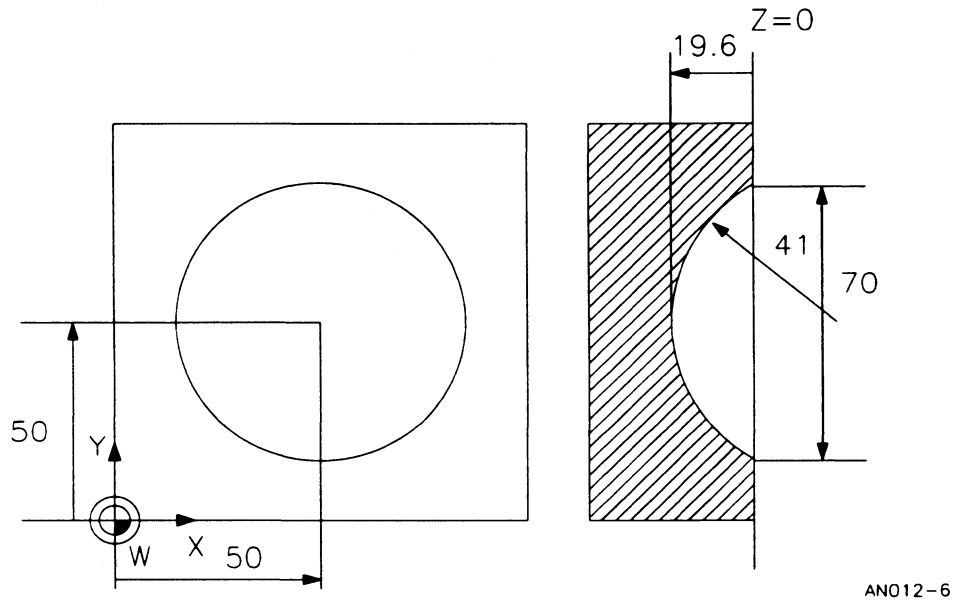
1. Für eine Beschreibung des Makros N99703 zum Schruppen einer Kreistasche sei auf den Applikationsbericht: Schruppen einer kreisförmigen Tasche verwiesen.

2. Der Applikationsbericht: Schlichten einer kreisförmigen Tasche oder Insel enthält:
   - eine Beschreibung der Makros N99700 und N99701,
   - die Vorgehensweise zum Beseitigen eines in den verwendeten Makros vorgefundenen Fehlers

3. Schachteln von Makros

Beachten Sie bitte, daß von Makro N99704 die Makros 3-fach geschachtelt sind. Wird Makro N99704 gemeinsam mit einem Muster verwendet, erfolgt eine 4-fache oder 5-fache Schachtelung. In der Steuerung sind Makros maximal 8-fach schachtelbar. Dieses Maximum darf nicht überschritten werden.

Anwendungsbeispiel



Kreistasche mit kugelförmigem Boden

Die Tasche gefräst werden. Unter Verwendung von Makro N99704 könnte das Teileprogramm folgendermaßen aussehen:

```
N20704
N1 G54
N2 G17
N3 G98 X0 Y0 Z0 I100 J100 K-30
N4 G99 X0 Y0 Z0 I100 J100 K-25
N5 Z10 T8 M67 E60=17 (KUGELFRÄSER, DURCHMESSER 6)
N6 E48=6 E49=3 E50=50 E51=50 E52=0 E62=-19.6 E64=70 E65=41 E69=10
N7 E70=1 E71=1 E72=0 E73=2000 E74=500 E75=1
N8 E76=50 E77=3.5 E78=0 E79=1
N9 G22 N=99704
N10 G0 Z100 M30
```

Erläuterung

N3/4 : Das Fenster (G98) und die Materialabmeßungen für die grafische Darstellung der Tasche auf dem CNC-Bildschirm definieren.
N5 : Den Fingerfräser laden und die Ebene definieren.
N6 : Die Parameter für das Werkzeug und für die Lage und Abmessungen der Tasche eingeben.
N7-N8 : Die Parameter zum Fräsen der Tasche eingeben.
N9 : Das Makro zum Fräsen der Tasche aufrufen.

113. Index

3D-Werkzeugkorrektur G141 . . . . . 131, 143, 311
Abfragen Meßtasterstatus G148 337
ABLAUF DER MAKROS AN DER MASCHINE 399
Absolut-/Inkremental-Programmierung G90/G91 291
Absolutposition G74 233
Achsenkonfigurationen an Werkzeugmaschinen 6, 10
Allgemeine Information zum Programmieren 3
ALLGEMEINES FORMAT DES MAKROS FÜR EINEN KREISFÖRMIGEN EINTRITT 397
Anfang der Innen-/Aussenkonturbeschreibung G197/G198 363
Anfang Grafik-Konturbeschreibung G199 371
AUFBOHRZYKLUS OHNE RÜCKZUGSRITZ 600, 601
Aufheben/Aktivieren der Geometrieberechnungen G63/G64 201
Ausdrehzyklus G86 269
Auswahl Spindeldrehzahlbereich M41/M42/M43/M44 475
Auswahl vorschub-Einheit G94/G95 305
Automatischer Werkzeugwechsel M6 455
Bearbeitungsebene XY, Werkzeug Z G17 87
Bearbeitungsebene XZ, Werkzeug Y G18 91
BEARBEITUNGSMAKRO 382, 391, 395, 396, 399
Bedienungsanleitung 8, 154, 308, 360, 373, 444, 481, 585
Bedingter Sprungbefehl G29 119
BETRIEB 5, 25, 62, 113, 148, 149, 164, 192, 196, 252, 256, 263, 266, 270, 275, 281, 287, 299, 314, 319, 337, 341, 344, 360, 361, 365, 366, 370, 374, 384, 437, 589, 598, 602, 606
BETRIEBSARTENWECHSEL 385
Bohrzyklus G81 251
Definieren von Koordinaten 12
Der Bediener 69, 324, 486, 630
Der Programmierer 6, 220, 228, 248, 379, 380, 396-398, 408, 484, 535, 536, 538
DREHUNG EINER INSEL UM DEN STARTPUNKT 414
E-PARAMETER . 16, 18, 100, 101, 103, 120, 149, 158, 163, 165, 167, 314, 317-321, 334, 337, 339-341, 343, 344, 364, 366, 374, 389, 391, 431, 433, 487, 489, 491, 493, 586, 589
Eckengenauigkeit 62, 110
EDITIEREN 6, 384
Eilgang G0 19
Einführung . . . . . vii, 15, 379, 435, 597, 600, 604, 608, 612, 617, 622, 626, 633, 637, 641, 648
EINTRITTSPUNKT 380, 396
Ende Grafik-Konturbeschreibung G196 361
ENTFERNEN 384
Erstellen eines Teileprogramms 6
ERZEUGEN 104, 314, 384, 386, 387, 395, 583
EXTERNE AUSWAHL EINES TEILEPROGRAMMES 593
FEHLERMELDUNGEN 149, 158, 340, 344, 386, 427, 429, 436, 628
FRÄSEN EINER KREISFÖRMIGEN NUT 628, 633, 635
G-Funktionen. 15, 16
G200 . . . . . 77, 379-385, 388, 390, 393, 395, 403, 405-409, 411-413, 416-419, 421, 424, 582, 595
G201 . 123, 379-385, 388, 390, 393, 395, 396, 399-403, 405, 406, 409, 411, 412, 414, 416, 418, 420, 424, 441
G202 . . . . . 380-386, 388, 390, 395, 396, 400-403, 405, 406, 409, 411, 412, 416, 418, 420, 425, 434, 595
G203 . . . . . 379, 381-385, 388, 390, 393-395, 400-402, 405-409, 411-414, 416, 418, 421-424
G204 . . . . . 381-383, 385, 388, 390, 400-402, 405, 406, 408, 409, 411, 412, 416, 418, 422-424
GEOMETRIEBERECHNUNGEN BEI KONTINUIERLICHEN BEWEGUNGEN G64 497
Gewindebohrzyklus G84 261
GLEICHE TASCHE IN EINEM ANDEREN PROGRAMM 383
Grafik: Material-Definition G99 309
Grafikfenster-Definition G195 359
Grafikfenster-Definition G98 307
GRAFISCHE PROGRAMMIERUNTERSTÜTZUNG 581, 583
GRAFISCHE SIMULATION 62, 307, 360, 361, 389, 391, 581
GRAFISCHE UNTERSTÜTZUNG 307, 359, 581
H-Funktionen. 15
Handbücher 1
Hauptprogramm-Aufruf G23 105
Hilfsfunktion H 445
HINTERBOHRZYKLUS 604-607
INDEX 4, 185, 242, 243, 340, 344, 655
Inhalt der einzelnen Abschnitte 15
INSELKONTUR 77, 382, 413, 415, 419-421
Kartesische Koordinaten 12, 21, 24, 28, 41, 57, 242, 295, 348, 353, 364, 372
Keine Werkzeugradiuskorrektur G40 127
Kombinieren von linearen und winkligen Koordinaten 14
Kreis-Taschenfräszyklus G89 285
KREISFÖRMIGE TASCHE MIT KUGELFÖRMIGEM BODEN 648
KREISFÖRMIGE TASCHENKONTUR 398
Kreisinterpolation im Uhrzeigersinn/Gegenuhrzeigersinn G2/G3 35
KREISMUSTER 612, 613, 616
Kühlmittel ausschalten M9 461

Kühlmittel Nr. 1 einschalten M8 . . . 459
Kühlmittel Nr. 1 einschalten und Spindel im Rechtslauf/Linkslauf M13/M14 . . . 463
Kühlmittel Nr. 2 / Nr. 1 einschalten M7/M8 . . . 457
LEBENSZEICHEN . . . 384
LINEAR MUSTER . . . 608, 613, 618, 623, 638
LINEARE EINTRITTSBEWEGUNGEN . . . 399
Lineare Meßbewegung G145 . . . 317
Linearinterpolation G1 . . . 23
Lochkreiszyklus G77 . . . 237
M-Funktionen. . . . 15, 485
MAKRO ZUR NACHBEARBEITUNG EINER TASCHENKONTUR . . . 396
Makro-Aufruf G22 . . . 99
MAKROS FÜR TASCHEN, STARTPUNKTE UND NACHBEARBEITUNG . . . 384
MANUELLEN WERKZEUGWECHSEL AUSFÜHREN M66 . . . 477
MASCHINENKONSTANTEN . 1, 6, 8, 113, 147, 154, 163, 167, 223, 234, 347, 348, 351, 352, 431, 464, 483, 589, 594
Maßeinheit: Inch/Metrisch G70/G71 . . . 223
Messen eines Punktes G45 . . . 18, 147
Messen eines Vollkreises G46 . . . 155
Nullpunkte . . . 7, 9, 179, 182, 186, 227, 229, 235, 372
Nutenfräszyklus G88 . . . 279
Orientierten Spindel-Halt ausführen M19 . . . 465
Philosophie und Ziel dieser Anleitung . . . 15
Polarkoordinaten . . 13, 20, 24, 30, 41, 47, 63, 65, 85, 88, 92, 96, 216, 242, 245, 292, 295, 300, 364, 366, 372, 407, 494, 497, 569
Positionierfunktionen G27/G28 . . . 109, 115
Programm Halt M0 . . . 447
Programmsätze . . . 5, 63, 85, 121, 165, 242, 432, 583
Programmwörter . . . 4, 15, 490
Punktedefinition G78 . . . 242
RASTERMUSTER . . . 617, 618, 621-623, 625
Rechteck-Taschenfräszyklus G87 . . . 273
Reibzyklus G85 . . . 265
REIBZYKLUS MIT SEPARATEM AUSTRITTSVORSCHUB . . . 597, 611, 616, 621, 625, 640
RHOMBISCHES MUSTER . . . 637, 638, 640
S-FUNKTION . . . 15, 481
S-Funktion. . . . 15
S-Wort . . . 481, 585
SATZ AUSBLENDEN . . . 384, 581
SATZSUCHLAUF . . . 318, 319, 337, 385
SCHLICHTEN EINER KREISFÖRMIGEN TASCHE ODER INSEL . . . 626, 630, 635, 645, 653
SCHRUPPEN EINER KREISFORMIGEN TASCHE . . . 641, 652
SPIEGELN EINER TASCHE . . . 231, 382, 390
Spiegeln und Maßfaktor aufheben/aktivieren G72/G73 . . . 225
Spindel EIN, Rechtslauf/Linkslauf M3/M4 . . . 451
Spindel Halt M5 . . . 453
Spline-Interpolation G6 . . . 55
STARTPUNKTEMAKRO . . . 379, 384, 391, 395, 399
SYNCHRONGRAFIK . . . 308, 360, 581
T-FUNKTION . . . 16, 483
T-Funktion. . . . 16
T-Wort . . . 456, 484, 485
Tangentiales Anfahren G61 . . . 189
Tangentiales Wegfahren G62 . . . 195
TASCHENKONTUR . . 275, 287, 379, 380, 382, 383, 395, 396, 398, 400, 406-408, 411-413, 416, 418, 419, 424, 582
TASCHENKONTURBESCHREIBUNG . . . 381, 407, 411
TEACH-IN . . . 299, 360, 361, 366, 374, 384
Teileprogramme . . . 3, 6, 105, 113, 310, 589
Teileprogrammende M30 . . . 473
TEILEPROGRAMMIERUNG . . . 3
Tieflochbohrzyklus G83 . . . 255
Über die Vorliegende Anleitung . . . 15
UNTERBRECHEN . . . 385, 447, 449, 455, 477, 630
UNVOLLSTÄNDIGE PROGRAMMIERUNG . . . 385
Vergleich der Toleranzwerte G49 . . . 163
Verrechnung der Meßwerte G50 . . . 167
VERSCHIEBEN, DREHEN UND SPIEGELN EINER TASCHE . . . 382
VERSETZTES RASTERMUSTER . . . 622, 623, 625
Verweilzeit G4 . . . 53
Vorschuboverride wirksam/nicht wirksam G25/G26 . . . 107
Wahlweiser Programm Halt M1 . . . 449
WERKZEUGKORREKTURWERTE ÄNDERN M67 . . . 479
Werkzeugradiuskorrektur (links/rechts) G41/G42 . . . 131
WERKZEUGSPEICHER 16, 88, 92, 96, 131, 132, 135, 150, 154, 156, 162, 169, 170, 175, 219, 220, 275, 277, 287, 288, 308, 312, 313, 323, 326, 327, 340, 341, 343-345, 373, 479, 480, 483-486, 582, 585-587, 590
Wiederholfunktion G14 . . . 83
WZ-Radiuskorrektur bis/über Endpunkt G43/G44 . . . 143
Zyklusaufruf G79 . . . 247
Zylinderinterpolation aktivieren G182 . . . 349